

AVALUACIÓ DE LA FUTURA GESTIÓ I UTILITZACIÓ DE LA BIOMASSA FORESTAL MITJANÇANT UN *DISTRICT HEATING* A BELLVER DE Cerdanya



Projecte final de carrera de Ciències Ambientals -memòria-
2013



Autor: Joan Porta Pardo

Tutor: Marc Pares Franzi

Agraïments

En primer lloc agrair el suport i ajuda a tota la meva família, que fa poc s'ha vist feliçment augmentada.

En segon lloc, al meu tutor, capaç d'assessorar-me i guiar-me en tot moment.

També he d'agrair l'ajuda rebuda per part de tots els meus amics, gent del poble de Bellver de Cerdanya i companys i professors de la UAB, que han resultat elements indispensables i bàsics per a obtenir com a resultat aquest projecte.

Un menció especial es mereixen dos experts en la matèria com són en Paco Cano i en Jordi Brescó, totalment imprescindibles a l'hora de buscar solucions als problemes sorgits al llarg d'aquests darrers mesos.

Índex

Agraïments.....	2
Índex.....	3
Índex de taules i figures.....	7
BLOC I	11
1. Justificació.....	12
2. Objectius	15
3. Metodologia	17
4. Materials i mètodes	19
5. Evolució i situació actual de les energies renovables	20
6. Història ambiental de la comarca	23
6.1 Selecció del poble: Bellver de Cerdanya	25
6.2 Entorn social i economia.....	26
6.2.1 Agricultura i ramaderia	26
6.2.2 La indústria.....	29
6.2.3 La construcció	30
6.2.4 El turisme	31
6.3 Clima.....	32
6.3.1 Els vents.....	34
6.3.2 Règim anual de les pluges	35
6.3.3 Diferències climàtiques. Inversió tèrmica	36
6.4 Flora.....	36
6.4.1 L'alta muntanya	37
6.4.2 La muntanya mitjana: Estatge montà i altimontà.....	39
6.4.3 La vegetació mediterrània	40
6.4.4 Vegetació potencial	41
6.5 Fauna.....	41
6.5.1 Peixos	41
6.5.2 Amfibis	42
6.5.3 Rèptils	42
6.5.4 Ocells	42
6.5.5 Mamífers	44
6.6 Geologia	46
BLOC II.....	47
7. La biomassa.....	48
7.1 Biomassa llenyosa (forestal i agrícola)	49
7.2 Tipus de biomassa forestal amb usos tèrmics	52

7.3 Característiques de la biomassa forestal	54
7.3.1 Característiques físiques	54
7.3.2 Característiques químiques	55
8. Antecedents	58
8.1 Antecedents mundials i europeus	58
8.2 Antecedents estatals	59
8.3 Antecedents autonòmics	59
8.4 Antecedents a Bellver	64
9. Normativa	68
9.1 Normativa europea	68
9.2 Normativa estatal i autonòmica referent al bosc	68
9.2.1 Producció	68
9.2.2 Protecció	70
9.2.3 Recreació i esbarjo	71
9.3 Normativa de les instal·lacions de biomassa	72
9.4 Normativa que regula la qualitat de l'estella	73
9.5 Normativa municipal	75
BLOC III	76
10. Gestió del bosc	77
10.1 El bosc a Catalunya	77
10.2 Diagnosi del bosc de Bellver de Cerdanya	79
10.3 Malalties, plagues i incendis	81
10.3.1 Vent i neu	81
10.3.2 Incendis	81
10.3.3 Processionària i lps	83
10.3.4 Rovell	84
10.4 Usos actuals del bosc de Bellver de Cerdanya	85
10.5 Tractaments	89
10.5.1 Tractaments de millora	89
10.5.2 Tractaments de regeneració	90
10.5.3 Altres tractaments	90
10.6 Maneres de neteja	92
10.6.1 Estellat a peu de pista	92
10.6.2 Estellat a carregador	93
10.6.3 El cas de Bellver: estellat a planta o magatzem	94
10.7 Costos	104
11. Estimació del futur consum energètic	105
11. 1 Balanç energètic per a dimensionar el sistema	105

11.1.1 Habitatge plurifamiliar.....	106
11.1.2 Habitatge unifamiliar aparellat.....	107
11.1.3 Habitatge unifamiliar aïllat.....	107
11.2 Pèrdues energètiques dels habitatges i demanda de calefacció	108
11.2.1 Habitatge plurifamiliar.....	108
11.2.2 Habitatge unifamiliar aparellat.....	110
11.2.3 habitatge unifamiliar aïllat.....	111
11.3 Consum ACS	112
11.4 Graus dia i demandes energètiques mensuals.....	113
11.4.1 Habitatge plurifamiliar.....	114
11.4.2 Habitatge unifamiliar aparellat.....	115
11.4.3 Habitatge unifamiliar aïllat	116
11.5 Pèrdues energètiques.....	117
BLOC IV.....	121
12. Possibles solucions descartades	122
12.1 Calderes de gasoil	122
12.2 Calderes de gas natural.....	122
12.3 Calderes individual de pèl·let	124
13. Avaluació de la solució escollida: <i>District heating</i>	126
13.1 Particularitats del sistema	127
13.1.1 Sistemes d'emmagatzematge i alimentació	127
13.1.2 Sistemes d'alimentació.....	130
13.1.3 Sistema d'encesa	132
13.1.4 Sistemes de neteja.....	133
13.1.5 Dipòsits d'inèrcia	133
13.1.6 Sistema hidràulic: circuit tancat.....	134
13.1.7 Instal·lació per a la distribució	134
13.2 Bosc a tractar.....	135
13.3 Estudi econòmic i ambiental	138
13.3.1 Producció centralitzada (<i>District Heating</i>)	138
13.3.2 Producció descentralitzada (Combustibles fòssils)	138
13.3.3 Valoració final econòmica	139
13.3.4 Càlcul de les emissions de gasos d'efecte hivernacle.....	140
13.4 Impacte socioeconòmic i ambiental	140
13.5 AJUDES.....	141
13.5.1 Ajuts per als treballs forestals	141
13.5.2 Ajuts per a la transformació i comercialització dels productes forestals.....	142
13.5.3 Ajuts per a projectes i instal·lacions de biomassa	142
BLOC V.....	144
14. Conclusions.....	145

14.1 Aspectes econòmics	145
14.2 Aspectes socials	146
14.3 Aspectes mediambientals	147
14.4 Propostes de futur.....	148
Bibliografia.....	150
Glossari	152
Annexos	156
Programació	157
Pressupost.....	158

Índex de taules i figures

Taules

6. Història ambiental de la comarca	23
Taula 6.1: Habitatges familiars per tipus, 2001	30
7. La biomassa.....	48
Taula 7.1: Diversos tipus de biomassa forestal	52
Taula 7.2: Pes d'un esteri.....	54
Taula 7.3: Anàlisi elemental de la biomassa	55
Taula 7.4: Poder calorífic	56
8. Antecedents.....	58
Taula 8.1: Calderes d'estella instal·lades en equipaments municipals.....	61
Taula 8.2: Estat del <i>District heating</i> previ a Bellver	65
Taula 8.3: Dades dels antecedents a Bellver	66
Taula 8.4: Estalvi a Bellver dels antecedents.....	66
9. Normativa.....	68
Taula 9.1: Classificació estella segons granulometria.....	74
Taula 9.2: Classificació estella segons humitat.....	75
10. Gestió del bosc.....	77
Taula 10.1: Existències en biomassa aèria i producció.....	79
Taula 10.2: Cobertes del Sòl per municipis a la Cerdanya.....	79
Taula 10.3: Resum per municipis a la Cerdanya.....	81
Taula 10.4: Orígens del foc a Catalunya	82
Taula 10.5: Distribució temporal dels usos.....	85
Taula 10.6: Preus i rendiments extracció biomassa	95
Taula 10.7: Preus desembosc.....	97
Taula 10.8: Preus i tipus de camió per al transport de la biomassa	99
Taula 10.9: Preus de l'estellat	99
Taula 10.10: Cost total de l'aprofitament de la biomassa forestal	104
11. Estimació del futur consum energètic.....	105
Taula 11.1: Caracterització dels habitatges de la urbanització	106
Taula 11.2: Transmissió tèrmica de tancaments i particions interiors	108
Taula 11.3: Resultats habitatge plurifamiliar	109
Taula 11.4: Resultats Habitatge aparellat	110

Taula 11.5: Resultats habitatge aïllat	111
Taula 11.6: Resultats potències habitatges.....	112
Taula 11.7: Demanda energètica mensual dels habitatges plurifamiliars.....	114
Taula 11.8: Demanda energètica mensual dels habitatges aparellats	115
Taula 11.9: Demanda energètica mensual dels habitatges aïllats	116
Taula 11.10: Resum ACS.....	118
Taula 11.11: Resum general segons el tipus de combustible	120
12. Possibles solucions descartades	122
Taula 12.1: Preus reals de diferents combustibles.....	124
13. Avaluació de la solució escollida: <i>District heating</i>	126
Taula 13.1: Biomassa total a Bellver de Cerdanya i biomassa corregida.....	136
Taula 13.2: Consum district heating de biomassa.....	138
Taula 13.3: Consum producció individualitzada de gasoil.....	138
Taula 13.4: Consum producció individualitzada de gas natural.....	139
Taula 13.5: Resum del estudi econòmic en funció del tipus d'habitatge	139

Figures

1. Justificació.....	12
Figura 1.1: Zona de futura construcció.....	12
Figura 1.2: Increment de l'ús de la biomassa	13
6. Història ambiental de la comarca	23
Figura 6.1: Mapa comarques de Catalunya	23
Figura 6.2: Municipi de la Cerdanya.....	26
Figura 6.3: Distribució sectorial del VAB	26
Figura 6.4: PIB comarcal del sector primari	27
Figura 6.5: PIB comarcal industrial.....	29
Figura 6.6: PIB comarcal de la construcció	30
Figura 6.7: PIB comarcal serveis.....	32
Figura 6.8: Temperatura mitjana anual	33
Figura 6.9: La serra del Cadí.....	34
Figura 6.10: Dominis de vegetació	36
Figura 6.11: Prat alpí.....	37
Figura 6.12: Bosc de l'estatge subalpí	37
Figura 6.13: Bosc de rivera	38

Figura 6.14: Xarxa Natura 2000 i Parc Natural a la Cerdanya	39
Figura 6.15: Vall de Pi	39
Figura 6.16: Gripau comú.....	42
Figura 6.17: Sargantana de paret.....	42
Figura 6.18: Cucut.....	43
Figura 6.19: perdiu xerra	44
Figura 6.20: Guineu.....	44
Figura 6.21: Grup d'isards	45
Figura 6.22: Mussol pirinenc	45
Figura 6.23: La serra del Cadí.....	46
7. La biomassa.....	48
Figura 7.1: Procedència de la biomassa	48
Figura 7.2: Sistemes d'aprofitament energètic	50
Figura 7.3: Balanç CO ₂	51
Figura 7.4: Estella	53
8. Antecedents.....	58
Figura 8.1: Logotip de CANMET	58
Figura 8.2: Planta biomassa a Cuéllar	59
Figura 8.3: Sistema de calderes a Molins	60
Figura 8.4: Brigada de treballadors a Alp	62
Figura 8.5: Caldera a l'escola d'Alp.....	63
Figura 8.6: Antecedents a Bellver	64
Figura 8.7: Sistema de calderes de Bellver.....	65
Figura 8.8: Tubs d'aigua en direcció a la piscina.....	66
10. Gestió del bosc.....	77
Figura 10.1: Producció anual biomassa forestal a Catalunya.....	78
Figura 10.2: Bosc a Cerdanya.....	80
Figura 10.3: Evolució bosc després d'un incendi	82
Figura 10.4: Pi amb presència de processonària	83
Figura 10.5: Cicle biològic de <i>Cronartium flaccidum</i>	84
Figura 10.6: Estellat a peu de pista	92
Figura 10.7: Estella a carregador	93
Figura 10.8: Estellat a magatzem.....	94
Figura 10.9: Procés neteja bosc.....	96
Figura 10.10: Fusta arrossegada	97

Figura 10.11: Treball segons pendent.....	98
Figura 10.12: Estelladora	100
Figura 10.13: Emmagatzematge a l'aire lliure	101
Figura 10.14: Emmagatzematge sota tèxtil	102
Figura 10.15: Emmagatzematge sota cobert.....	103
11. Estimació del futur consum energètic.....	105
Figura 11.1: Situació de la zona de nou creixement de Bellver.....	105
Figura 11.2: Detall del plànol de la urbanització.....	106
Figura 11.3: Caracterització del habitatge plurifamiliar.....	106
Figura 11.4: Caracterització del habitatge unifamiliar aparellat.....	107
Figura 11.5: Caracterització del habitatge unifamiliar aïllat	107
Figura 11.6: Gràfica dels graus dia	113
Figura 11.7: Gràfica de l'habitatge plurifamiliar	114
Figura 11.8: Gràfica de l'habitatge aparellat.....	115
Figura 11.9: Gràfica de l'habitatge aïllat.....	116
Figura 11.10: Gràfica relativa als percentatges de demanda.	117
Figura 11.11: Detall de la distribució de les canonades	119
Figura 11.12: Percentatge de pèrdues de la xarxa.....	120
12. Possibles solucions descartades	122
Figura 12.1: Preus de les diverses energies	123
Figura 12.2: Despesa acumulada en 5 anys	123
Figura 12.3: Despesa acumulada al llarg de 20 anys.....	125
13. Avaluació de la solució escollida: <i>District heating</i>	126
Figura 13.1: Zona de la nova instal·lació	128
Figura 13.2: Sitja prefabricada rígida	128
Figura 13.3: Instal·lacions ja existents a Bellver.....	130
Figura 13.4: Dipòsits d'inèrcia de Bellver	134
Figura 13.5: Esquema canonades i aïllament	135
Figura 13.6: Zona de la muntanya de Bor, a l'obaga.....	136
Figura 13.7: Muntanya de Nas.	137
Figura 13.8: Muntanya de la zona de Talltendre.	137

BLOC I

1. Justificació

Bellver de Cerdanya és troba en un moment especial; tal i com es veurà en apartats anteriors, està situat en una comarca que basa el seu creixement en el turisme i en menor mesura, encara en la construcció. El feble poder que tenen tant el sector primari com el industrial, és del tot inexplicable en una comarca dels Pirineus.

Personalment, penso que tot i els immensos efectes negatius que ha provocat la crisi econòmica actual, també crec que ha de servir per reflexionar i encaminar la comarca cap a un nou model de creixement, evitant centrar tots els esforços i ingressos en el sector serveis i en la construcció; obtenint beneficis extres que fins ara no s'han aprofitat, provinents per exemple, de la valorització de la biomassa forestal.

A nivell municipal, tot el planejament del poble que estava previst com a zones de nou creixement, s'ha vist parcialment aturat. Aquest projecte es centra especialment en un sector de nou creixement del poble que consta de 223 vivendes, amb una superfície total aproximada de 23.000 m² construïda. Aquest, representaria un augment de 287 nous habitants, suposant incrementar aproximadament un 12% la població del municipi de Bellver. Tot i que el sector de la construcció es troba en un estat tant delicat, amb aquest projecte es pretén oferir al futurs compradors un tipus de vivenda més respectuosa amb el medi ambient, en comparació amb els habitatges ja construïts a la zona; i alhora crear llocs de treball a la comarca.



Figura 1.1: Zona de futura construcció, Font: elaboració pròpia

Una altra particularitat del poble de Bellver, és que l'ajuntament resulta ser un dels majors propietaris de bosc forestal de la comarca, amb gairebé un 90% del total de la forest. Actualment gestionar tota aquesta massa forestal pública resulta ser gairebé un problema, ja que tant sols s'aprofita una petita part del total de biomassa per a escalfar alguns edificis públics mitjançant un *district heating*, i una altra petita part va destinada a subhastes forestals.

També és important en aquest projecte tenir en compte la situació energètica del país. Mitjançant El Pla de l'Energia de Catalunya 2006-2015, es preveu incrementar la participació de la biomassa en el balanç d'energia de Catalunya. Així, la previsió de l'aportació de la biomassa al consum d'energia primària de Catalunya per a l'any 2015 es de 1.527,1 ktep/any, és a dir, un 361% d'increment respecte al consum de l'any 2003.

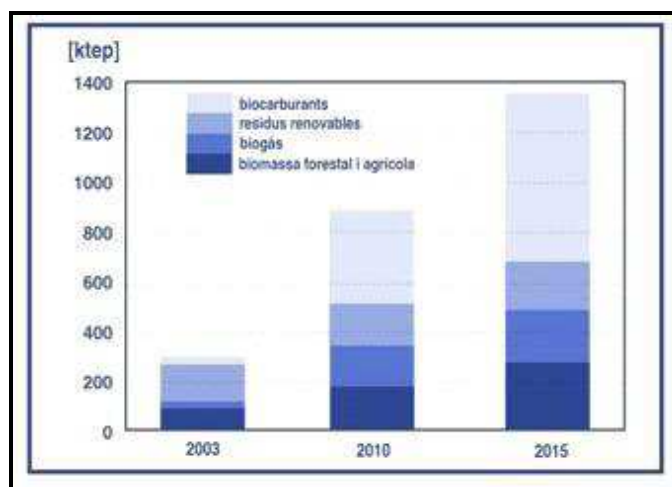


Figura 1.2: Increment de l'ús de la biomassa segons el Pla de l'Energia de Catalunya 2006-2015, Font: ICAEN

Aquest projecte pretén mesclar tots aquests factors i el resultat i objectiu que es persegueix és l'optimització de la xarxa energètica d'aquest futur sector, reduint el consum d'energies fòssils i incentivant l'ús de les energies renovables amb el major rendiment possible.

De manera que trobem com a justificacions ambientals la correcta gestió del bosc públic, i alhora evitant possibles futurs incendis forestals. També s'inclou en aquest apartat de justificacions l'ús d'energies renovables; en aquest cas la biomassa, que genera un balanç de CO₂ gairebé neutre.

Pel que fa al factor econòmic, veiem que aquest projecte podria ser d'allò més factible, utilitzant un recurs del bosc públic. A part, tenint en compte el futur energètic que la Generalitat vol per a Catalunya, les ajudes resulten molt interessants i fan decidir a bona part de la societat decantar-se per aquest tipus d'energia. També s'ha de tenir en compte que si s'acaba realitzant aquest projecte, podria generar molts llocs de treball directes i indirectes i, alhora, riquesa a nivell comarcal, valorant un producte que actualment està menyspreat.

El fet de generar llocs de treball també té una justificació social, ja que tenint en compte el context econòmic actual, és del tot necessari ajudar a la gent a sortir de l'atur. De manera que, per acabar, podríem dir que les justificacions a nivell social d'aquest projecte són molt variades. Per una part, la imatge de poble conscienciat amb el medi ambient, és una gran publicitat per a Bellver; per una altra, adequaria moltes zones de bosc municipal que actualment es troben en un estat deplorable, fent que sigui molt més atractiu per al turisme de muntanya.

2. Objectius

Bona part dels objectius d'aquest projecte van necessàriament lligats a la possible futura execució d'aquest, juntament amb els seus corresponents impactes. A continuació es mostren els objectius principals, que els podríem agrupar de la següent manera:

Objectiu principal del projecte

- Analitzar la viabilitat de la utilització de la biomassa forestal com a font principal energètica del nou barri.

Objectius específics necessaris per assolir l'objectiu principal

- Quantificar la biomassa total del bosc públic de Bellver.
- Analitzar quins tractaments són els més adequats per aconseguir millores ambientals al forest públic de Bellver.
- Comparar econòmica i ambientalment les diverses possibles solucions energètiques que es poden aplicar a la zona.

Objectius generals

- Aconseguir la persistència, l'estabilitat i la millora de la massa forestal pública.
- Desenvolupar un rendiment sostenible.
- La contribució al desenvolupament del municipi.
- La gestió forestal correcta, mitjançant l'ús i l'aprofitament de la forest i d'una forma i una intensitat tals que garanteixin ara i en el futur, les múltiples funcions del bosc, sense danyar els ecosistemes pròxims, d'una forma local.

Objectius socials

- Afavorir i mantenir els aprofitaments tradicionals del bosc. Facilitar la seva pràctica, proporcionant els llocs més idonis per la seva realització (estudi d'usos) i minimitzant els costos d'explotació.
- Mantenir i millorar totes les infraestructures existents; camins, pistes, senyalització, infraestructures de prevenció d'incendis...
- Potenciar i afavorir els futurs llocs de treball estable i digne.
- Mantenir i millorar els usos recreatius, però sense ocasionar danys al patrimoni natural i faunístic del bosc.

- Conscienciar a la població que és viable un sistema energètic basat en energies renovables.

Objectius econòmics

- Aconseguir la independència dels combustibles fòssils.
- Orientar la comarca cap a un nou model econòmic.
- Dotar a la biomassa forestal de la importància econòmica que es mereix.

Objectius ecològics

- Afavorir la diversitat de les espècies, realitzant els tractaments silvícoles adequats.
- Conservar el patrimoni natural i singular del bosc de Bellver, com són els arbres singulars i els hàbitats d'interès.
- Aconseguir disminuir les emissions de CO₂.
- Respectar les masses de pi negre, per ser un ecosistema delicat i molt minoritari en la península ibèrica, practicant una silvicultura acurada.

3. Metodologia

La metodologia per a poder realitzar aquest treball consisteix en: primerament s'ha analitzat la situació del poble i del bosc a tractar, tenint en compte els antecedents i la normativa. Tot seguit, amb l'ajuda dels materials esmentats anteriorment, s'ha analitzat i quantificat la biomassa forestal de propietat municipal.

A continuació, el projecte s'ha centrat en la zona de nou creixement, fent una estimació de les possibles pèrdues i consums d'energia del futur sector. Per acabar, es comparen les diverses possibles solucions i es justifica quina d'elles és la millor, tant econòmica, social i ambientalment. Per tal de veure quina és la distribució del treball, es recorda en quines tres grans fases s'ha dividit aquest:

- **Recopilació d'informació:** s'ha dut a terme una important recerca bibliogràfica per tal d'aconseguir tota la informació relacionada amb el bosc de la Cerdanya, la biomassa forestal i les calderes de grans dimensions que utilitzen estella.
- **Sortides de camp:** fase totalment necessària en aquest projecte. A través d'elles he pogut descobrir una mica millor el bosc de Cerdanya, així com les diverses calderes de biomassa situades al llarg dels Pirineus. També han estat de gran ajuda a l'hora de redactar els impactes que poden causar aquestes calderes, ja que gràcies a la interacció amb la gent dels pobles he descobert les seves sensacions respecte les energies renovables, el futur de la comarca i la gestió del bosc.
- **Redacció de la memòria:** aquest projecte està distribuït en els següents apartats:
 - **Bloc I: Introducció:** es comenten la justificació del projecte, els seus objectius, així com la metodologia els materials i mètodes utilitzats. Seguidament, en aquest apartat es tracta d'explicar quina és la situació de les energies renovables a nivell mundial i a nivell estatal; per acabar explicant diversos factors que afecten Bellver de Cerdanya (situació social i econòmica, clima, flora, fauna i geologia).
 - **Bloc II: La biomassa:** una part essencial d'aquest treball és la biomassa. Es pretén explicar tots els secrets de la biomassa com a font energètica, així com els seus avantatges i inconvenients. A continuació és mostren diversos antecedents de calderes de biomassa de grans dimensions, buscant que tinguin una certa similitud amb el nostre cas, per tal de veure que pot ser factible. També s'explica bona part de la normativa que afecta a la gestió del bosc, les instal·lacions on es troben les calderes i tota la normativa referida a la qualitat de l'estella.

- **Bloc III: Diagnosi de la situació de Bellver de Cerdanya:** aquest punt fa referència a les diverses diagnosi que s'han realitzat en aquest projecte. En primer lloc es tracta el sector forestal, comprovant la situació de la biomassa a nivell local, els tenint en compte els usos del bosc, quines són els tractament que s'han d'aplicar i com s'ha de dur a terme la neteja del bosc i aconseguir una estella de qualitat. També es calcula quin pot ser el consum energètic del futur sector de creixement del poble.
- **Bloc IV: Estudi de les diverses solucions del cas:** en un primer apartat s'expliquen les diverses solucions possible pel nostre cas i quins són els punts forts i febles de cadascuna d'elles. Per acabar, aprofitant els càlculs obtinguts en el bloc III, es comprova que la solució de les calderes que utilitzen biomassa forestal és la millor. Un cop tenim aquesta certesa, es compara amb les solucions descartades tant a nivell econòmic, mediambiental com social.
- **Bloc V: Conclusions i anàlisi dels resultats:** finalment, és el moment d'arribar a les conclusions gràcies a l'anàlisi de tota la informació obtinguda i decidir quines són les propostes pel futur.

4. Materials i mètodes

En primer lloc, es consulta tota la documentació disponible relacionada amb el poble i el bosc, buscant informació tant a nivell local o comarcal, o bé a través d'Internet. D'aquesta manera s'aconsegueix una visió general de la situació i consum actual de la biomassa forestal a Catalunya, i per ser més específics, a Bellver de Cerdanya.

Per ser més exacte, la gran majoria d'informació del municipi i la seva forest s'ha extret a través de la biblioteca comarcal o municipal, mitjançant llargs rastrejos per Internet o bé preguntant a la gent del poble, especialment a la gent d'administració de l'ajuntament, que intentaven ajudar-me en tot el possible. Aquests últims, han resultat claus per decidir-me fer aquest projecte, ja que m'han facilitat tota la informació relacionada amb el nou sector de creixement del poble; per exemple tota la cartografia, i alhora m'han posat en contacte amb tots els experts que gestionen aquest tema.

Una de les grans webs que he utilitzat és la del CREAF, de la qual he pogut extreure tota la informació relacionada amb l'Inventari Ecològic i Forestal de Catalunya. Per desgràcia, les dades no són del tot actuals, però suficientment utilitzables en aquest projecte.

El gran creixement que està patint el sector de la biomassa forestal permet obtenir molta informació de manera molt ràpida, tot i que s'ha de realitzar una bona selecció, ja que a vegades no està del tot actualitzada i, per exemple, fan referència a normatives ja obsoletes.

També és important explicar que gràcies a l'ajuda d'un enginyer s'ha pogut dimensionar a través del programa Solidworks, un software CAD en tres dimensions, els tres tipus de vivendes, de manera que així també s'han generat diverses figures del tot necessàries per escollir els tipus de calderes adequades.

Una part important del projecte també han resultat ser les diverses sortides de camp, bé sòl, o bé amb els experts. És la forma adequada de comprovar que tota la informació recopilada és correcta, per tal de poder seguir endavant en el procés del redacció d'aquest treball.

5. Evolució i situació actual de les energies renovables

L'energia és un motor de l'economia i la societat, i és per això que l'anàlisi del sector energètic d'un territori ens dona una visió transversal de la seva situació econòmica, social i mediambiental.

Bona part dels anàlisis realitzats per la Generalitat sobre la situació energètica mundial posen de manifest que l'esgotament gradual dels recursos energètics fòssils; requereix desenvolupar polítiques energètiques que redueixin la nostra dependència d'ells i que apostin per les energies renovables. Segons el Pla de l'Energia de Catalunya 2006-2015, es calcula que el ritme actual d'extracció de combustibles fòssils limitarà les reserves provades de petroli a 40 anys, de gas natural a 65 i de carbó a 200-230 anys. Aquests fets converteixen al sector energètic com un sector clau en les agendes polítiques de qualsevol país i en els acords internacionals (Kyoto i post-Kyoto).

Malgrat la urgència d'un canvi de model energètic global, l'actual conjuntura de recessió econòmica a la major part del món pot agreujar la crisi energètica a mitjà i a llarg termini, tot i que els indicadors de demanda energètica actual, observables al pla esmentat anteriorment, mostren un decreixement. Així, una davallada substancial dels preus del petroli com a resultat de la reducció de la demanda, pot desincentivar la transició a fonts d'energia alternatives al petroli.

Aquesta suposició genera un gran debat, ja que per exemple, segons experts en la matèria com Enric Tello, Antoni Pigrau o Manel Garcia, opinen que un cop s'aconsegueixi superar la gran recessió iniciada al 2007-2008, la recuperació dels nivells d'activitat anteriors a la crisi comportaran immediatament nous augments dels preus del petroli i els seus derivats. És més, el creixement de grans economies recentment industrialitzades, com la Xina, l'Índia o el Brasil, incrementa substancialment la demanda global d'energia afegint més dificultats als reptes energètics mundials a curt termini.

Així, tenint en compte la possible davallada dels preus de l'energia degut a un període de baixa activitat econòmica, les necessàries inversions en energies renovables i en conservació energètica es poden alentir o posposar ja que la política energètica pot perdre prioritat en favor de polítiques socials, laborals i d'estímul econòmic. No obstant això, cal deixar constància de la estreta relació entre les polítiques energètiques i les socials i econòmiques, ressaltant-ne la oportunitat que pot representar per a un territori com Catalunya el desenvolupament d'una estratègia energètica sostenible.

Per desenvolupar una estratègia energètica adequada i coherent per a Catalunya s'ha de tenir en compte l'especificitat de la seva situació energètica. En primer lloc, el sistema energètic català es caracteritza per una gran dependència dels combustibles fòssils (el 72,4% del seu consum d'energia primària), i del petroli en particular (48,1% del consum d'energia primària), una dependència que és inferior a la del conjunt de l'estat espanyol i de la mitjana europea.

A més, Catalunya no disposa de recursos energètics no renovables significatius: no disposa pràcticament de petroli ni de gas natural i té recursos limitats de carbó de baixa qualitat (lignit negre).

Finalment, una de les característiques més destacades del sistema energètic català és la presència a Tarragona, d'un dels principals complexos petroquímics de la Mediterrània, que utilitza grans quantitats de naftes i gasos liquats del petroli per a la producció de matèries químiques de base (etilè i propilè) per a la fabricació de plàstics.

Mentre els governs nacionals estan bloquejats per les seves dependències financeres, simbòliques i polítiques amb les empreses més riques del món, potser la clau per canviar el sistema energètic parteix de l'àmbit local, com és el cas que es proposa en aquest projecte.

Potser una d'aquestes noves fonts energètiques renovables que ha de revolucionar la situació catalana pot ser la biomassa. La biomassa forestal té entre d'altres avantatges la creació de llocs de treball i la gestió sostenible de les masses forestals que la posen en valor a l'hora de fomentar-ne l'aprofitament energètic.

Tot i que les superfícies forestals del món es redueixen any rere any (es calcula que durant el període del 2000 al 2005 es va reduir un total de 7.3 milions d'hectàrees per any), la realitat europea i, sobretot, a la Conca Nord del Mediterrani, és que hi ha un greu problema de subexplotació.

Alguns dels mites com la desforestació i dels efectes negatius de tallar arbres, en el nostre cas és tot el contrari: ens caldria augmentar la taxa d'aprofitaments per sobre dels actuals per tal d'evitar que cada any el bosc guanyi la partida a les zones agrícoles abandonades, les zones ermes i els prats i pastures.

L'homogeneïtzació del paisatge en una massa forestal contínua i amb la pèrdua del mosaic característic de zones antropitzades on hi ha gestió, només ens pot aportar efectes negatius: plagues i grans incendis forestals entre altres.

El problema dels nostres boscos és que han passat de ser una font d'energia a un magatzem d'energia, de ser un sector primari a ser un sector terciari. Els boscos sempre han estat gestionats, doncs d'ells se n'obtenia l'energia necessària per al funcionament diari (carbó, llenyes...). A partir de l'aparició dels combustibles fòssils i l'abandonament rural, tots aquests usos es redueixen i es comença a produir l'augment de la superfície boscosa i els boscos passen a formar part del sector terciari.

El potencial de biomassa disponible, l'existència d'una tecnologia suficientment provada, l'elevat nombre d'empreses especialitzades que treballen en l'àmbit de la biomassa, el nombre d'iniciatives de plantes de generació elèctrica i la demanda en augment de calderes de biomassa per a usos tèrmics, són fets que fan preveure l'expansió d'aquest sector en els propers anys.

Certament, el creixement que ha experimentat en els últims anys ha estat lent ja que els costos de recollida i extracció de la biomassa són encara elevats. Davant d'aquest escenari és quan l'aposta del sector i de la societat en general per a l'ús de la biomassa forestal és fonamental per a dinamitzar el sector forestal.

6. Història ambiental de la comarca

La comarca de la Cerdanya presenta una unitat geogràfica molt marcada, definida per la vall alta del riu Segre. Aquesta vall comprèn una plana considerable, d'uns 35 km de llargada, i queda tancada al sud per la serra del Cadí i al nord pels contraforts pirinencs. La Cerdanya forma, com ben poques altres comarques catalanes, un conjunt geogràfic ben clar i delimitat, que ultrapassa les línies frontereres i les divisions provincials.



Figura 6.1: Mapa comarques de Catalunya, Font: gencat

Aquest projecte es centra en la part de la Baixa Cerdanya. La seva plana es troba entre 1.000 i 1.2000 m d'altura. Inclorada vers l'oest, la plana cerdana té uns 10 km de llargada per uns 5 km d'amplada màxima des de Puigcerdà fins a Isòvol. La superfície total de la comarca és de 546,40 km².

En aquest punt del projecte es tractarà de mostrar diversos factors bàsics (clima, situació econòmica...), que seran necessaris per veure la situació actual de la comarca de la Cerdanya, i en especial de Bellver, i alhora, també serviran per analitzar la viabilitat de dur a terme en un futur la correcta gestió del bosc i l'aprofitament de la biomassa forestal, que és un dels objectius d'aquest treball.

L'aprofitament del bosc

El bosc és un recurs important en una comarca com la Cerdanya, en la qual ocupa el 45% del territori (valor superior a la mitjana de Catalunya, que és del 36%).

El tractament del bosc

És indubtable que els boscos públics catalogats són, en general, els relativament millor organitzats i els que tenen la col·laboració de tècnics més ben preparats. Són una important font d'ingressos per a moltes tresorereries municipals. Aquests boscos poden patir de tres principals mals:

- 1- De dificultats financeres que impedeixin de practicar-hi una silvicultura més intensiva.
- 2- De dificultats en el control dels aprofitaments.
- 3- De manca de confiança en els plans d'ordenació a certs nivells de gestió.

Context

Després d'un abandonament generalitzat de la gestió a les forests públiques de la Cerdanya iniciat a la dècada dels setanta (importants destrosses provocades per la neu de l'hivern de 1973-74) i que va continuar la dels vuitanta (transferències a la Generalitat, menors necessitats econòmiques municipals, etc.) i segueix la dels noranta (reduccions de preus de la fusta, grans importacions, etc.), s'inicia un procés de planificació forest a forest (projectes d'ordenació amb noves metodologies i a raó d'unes 2.200 ha/any) seguit de la corresponent gestió.

Actuar conseqüentment amb les planificacions, està suposant la intervenció en unes 600 ha/any que persegueixen la reducció selectiva de combustible, la millora del potencial recreatiu i de paisatge, el manteniment de les condicions per a una ramaderia extensiva, la diversificació d'edats i espècies, la menor vulnerabilitat a la neu i el vent... i de la forma més sostenible ecològicament i econòmica.

La venda d'aquesta fusta i les subvencions/inversions de la Generalitat són les que permeten una sostenibilitat econòmica dels programa de "modelat" forestal consensuat entre les entitats municipals propietàries i el Departament de Medi Ambient i Habitatge.

L'aplicació d'una silvicultura de millora presenta uns majors costos que la tradicional aplicada als Pirineus, que extreia majoritàriament arbres de bones dimensions.

La fusta de primera qualitat mai no ha tingut dificultat de comercialització. La de palet absorbida per la vigorosa indústria de les comarques del Berguedà i el Bages, tot i que l'escàs augment del seu preu en fàbrica i la major afectació d'increments de costos d'explotació, està anul·lant els marges econòmics. Però sens dubte, el principal escull per a les intervencions silvícoles és la presència de fusta de trituració. Aquesta dificultat es manifesta de dues maneres: en el cost d'explotació (un valor negatiu de mitjana de 12€/m³ que es descompta del marge de la fusta de millor qualitat) i en reticència per part de les empreses adjudicatàries d'aprofitar aquesta fracció amb les dificultats de comercialització que els comporta.

Aquest fet posa en perill l'execució de tots els treballs de millora iniciats i la pròpia gestió de les forests de Cerdanya.

Les paradoxes dels Pirineus

Actualment són força indubtables els avantatges de l'ús de les matèries primeres naturals renovables. Al nostre Pirineu això s'ha fet evident amb l'ús important de la fusta en la construcció; però hi ha un problema: aquesta fusta prové de milers de quilòmetres... Mentre els nostres recursos s'acumulen a pocs quilòmetres i els darrers inventaris d'aquests forests mostren el desequilibri d'edats del bosc (excés d'hectàrees envellides i defecte de zones renovades).

De la mateixa forma, fa un temps un responsable municipal manifestava a una revista comarcal que no veia clar escalfar-se amb la biomassa del seu bosc; en canvi li resultava normal portar gasoil del Pròxim Orient, amb una eficiència energètica molt baixa, unes conegudes conseqüències ambientals i perills continus de subministrament per la delicada situació política i bèl·lica de la zona d'origen. Mentrestant, aquests boscos presenten els majors volums de biomassa i major perill d'incendi conegut en molts segles.

Una estratègia, una lògica, una evidència

Efectivament, les solucions d'aquest problemes i necessitats passen per retornar a un equilibri societat-bosc i, de pas, generar riquesa, llocs de treball en municipis que encara es despoblen i guanyar autonomia en temes fonamentals per a l'existència dels pirinencs: matèries primeres de qualitat i calor.

La matèries primeres de qualitat venen per sí soles amb una política continuada de treballs de millora de les masses. El combustible ja el tenim a disposició i millor que la resta de comarques dels Pirineus, perquè la gestió forestal s'està recuperant de forma segura i planificada.

La decisió d'aquests pobles de tornar a mirar al bosc, al medi natural, de voler millorar les seves condicions i usos ramaders, socials i paisatgístics està clarament condicionada a l'ús energètic de la biomassa que s'acumula, fet central d'aquest projecte.

6.1 Selecció del poble: Bellver de Cerdanya

Bellver de Cerdanya és un poble amb 2260 habitants i situat a 1100 metres d'altitud. Està format per 22 nuclis de població i té una extensió total de 98 Km². Els principals motius pels que m'he decantat per escollir aquest poble són que les seves grans dimensions fan que ocupi zones tant d'obaga com de solana (obtenint una mostra representativa de tota la fauna i flora de tota la comarca, fet que ens pot ajudar a descobrir possibles futurs problemes de gestió del bosc); i en segon lloc, tal i com veurem en l'apartat d'antecedents, és un dels pobles més respectuosos amb el medi ambient dels Pirineus i està apostant fortament per a l'ús de la biomassa en les instal·lacions municipals.

6.2 Entorn social i economia

L'economia tradicional, basada en l'agricultura, la ramaderia i l'explotació forestal, ha sofert grans modificacions. La construcció absorbeix una part important de la població activa, encara que la major part està ocupada en el sector dels serveis. El clima, el paisatge i la presència de les estacions d'esquí de la Molina i la Marsella l'han convertit en una important destinació d'oci i en un centre important de segones residències. A més, l'obertura del túnel del Cadí va provocar una important recuperació econòmica i va consolidar el turisme com a principal font de riquesa.



Figura 6.2: Municipi de la Cerdanya, Font: gencat

6.2.1 Agricultura i ramaderia

Com s'ha vist per l'ús que s'hi fa del sòl, la Cerdanya s'està especialitzant cada vegada més en uns determinats conreus. Aquests conreus, gairebé tots, o com a mínim els que guanyen extensió, tenen una mateixa destinació: la ramaderia. Hi ha una ramaderia, representada per ovins i el bestiar de peu rodó, que ha tingut una gran importància tradicional i una ramaderia més moderna que va prendre importància el segle passat, el bestiar boví. També van proliferar al llarg del segle passat les granges d'engreix d'aviram i porquins.

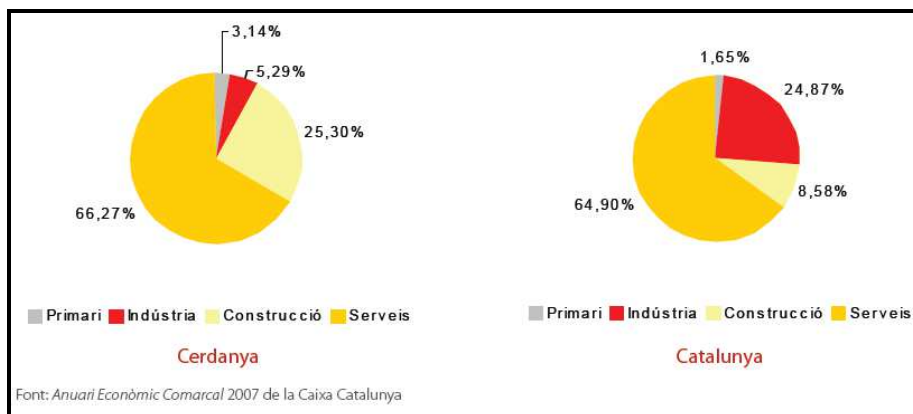
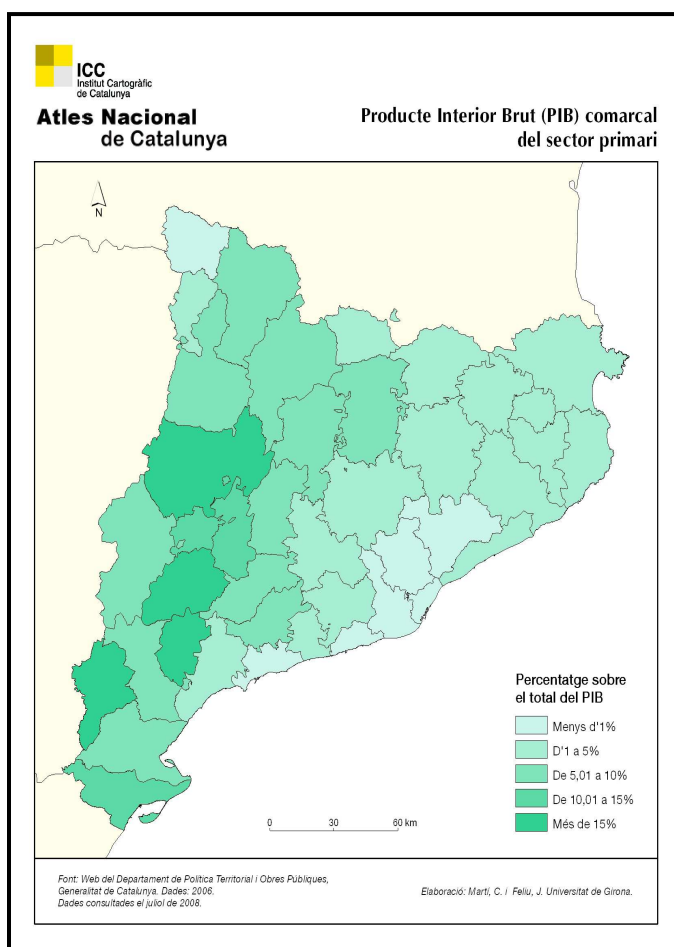


Figura 6.3: Distribució sectorial del VAB

La superfície cultivada de la comarca s'ha anat reduint amb el pas del temps a favor de la superfície forestal i els prats. L'any 2006, segons el Departament d'Agricultura, Alimentació i Acció Rural, 3.068 hectàrees es destinaven a conreus, el 5% de la superfície de la comarca, i el 43,1% a boscos (39,1%) i bosquines (4%).

L'altura, el clima i els pendents han limitat des de sempre el nombre de plantes de conreu a la Cerdanya. Tant la plana, d'una altitud mitjana superior a 1.000 m, com els vessants baixos de les muntanyes, on és possible el conreu, es troben massa enlairats perquè alguns conreus hi fructifiquin, i les gelades darreres de l'hivern, que el perllonguen en molts casos fins molt entrada la primavera, i les primeres de la tardor perjudiquen les collites.



La plana oberta i enfonsada no obté tanta pluja com les muntanyes que l'envolten. En canvi, és prou enlairada perquè tingui temperatures muntanyenques. Aquesta combinació de pluges d'afinitat mediterrània i de temperatures de muntanya perjudica tant els conreus propis d'un clima com de l'altre. La quantitat de pluja anual més freqüent se situa entre 500 i 700 mm. Això no vol dir, però, que el règim sigui mediterrani, ja que els màxims pluviomètrics es produeixen al final de la primavera i al principi de l'estiu (maig, juny, juliol), és a dir, en el moment del primer dall de l'herba, per la qual cosa moltes vegades perjudica fortament aquesta primera collita, ja que, en quedar l'herba al prat, es pot mullar diversos cops abans no arriba a eixugar-se.

Figura 6.4: PIB comarcal del sector primari

La muntanya circumdant rep, però, pluges més abundants, i això fa possible el regatge de la plana aprofitant aquestes aigües, que baixen per nombrosos torrents i que els pagesos recullen per mitjà d'un sistema de recs i sèquies, la majoria molt antics, que compensen la pluviositat més baixa del fons de la plana.

Les baixes temperatures pròpies de l'altitud en la qual es troba la comarca allarguen, d'una banda, l'hivern extraordinàriament, i escurcen, de l'altra, l'estiu, en un règim tèrmic en què la primavera i la tardor gairebé no existeixen com a estacions. Les plantes, doncs, han d'acomplir el seu cicle vegetatiu en un període molt curt, i les gelades que s'avancen o es retarden a l'hivern espatllen la collita de blat, de patates i àdhuc, alguns anys, perjudiquen els prats.

La direcció est-oest de la comarca fa que s'hi puguin diferenciar clarament dues parts, que tenen una clara repercussió en els conreus; la solana té un assolellament molt més llarg que l'obaga, que a l'hivern no veu gairebé el sol i on la neu roman dos o tres mesos, mentre que a la solana només hi fa curtes estades. La inversió tèrmica, d'altra banda, produeix unes temperatures més altes als vessants que al fons de la plana, i és per això que alguns conreus, com les pereres, per exemple, busquen una situació enlairada damunt el fons de la plana.

La plana no és del tot horitzontal. És formada per l'esglaonament de les terrasses fluvials, la més baixa, i de més fàcil regatge, de les quals va ésser la primera que es va dedicar a prats, mentre que la segona es dedicava a trumfes i cereals. Hi ha també una clara dissimetria entre els dos vessants: a la solana, els pendents són suaus i els corrents d'aigua més llargs. Tot això, juntament amb un millor i més llarg assolellament, dona més possibilitats als conreus, i, per tant, l'agricultura hi té més extensió.

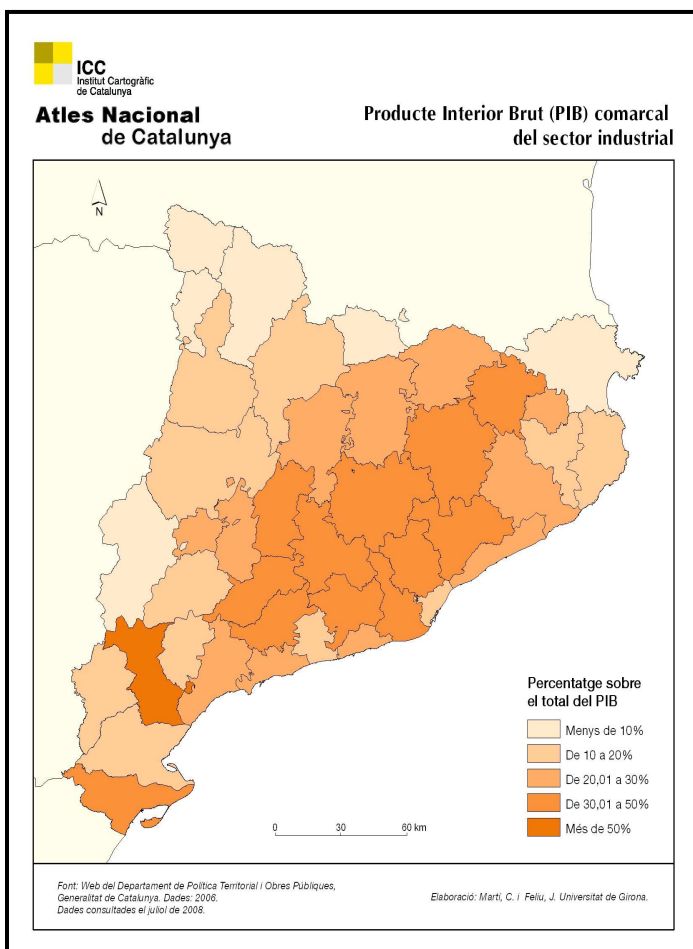
L'obaga és molt més pendent, i el contacte entre la plana i la muntanya hi és més sobtat; el bosc baixa més avall i, per tot això, la franja dels conreus es redueix.

Finalment, la diferència entre la plana i la muntanya, quant a les possibilitats de conreu, es marca també en els sòls. Aquests són profunds a la plana, damunt els terrenys sedimentaris terciaris i quaternaris, i acostumen a ésser prims i pobres en els vessants, on els conreus són possibles, principalment damunt els replans formats pels antics nivells d'erosió. A mesura que la muntanya pren alçada, els replans són ocupats per les pastures.

Així, doncs, el medi físic imposa una diversitat de conreus amb poques possibilitats de canvi, encara que les noves varietats en alguns d'ells ofereixin una millor adaptació ambiental. El blat, per exemple, ha trobat a la Cerdanya noves possibilitats, encara que les pluges de primavera li arribin un xic tard i calgui un reg a l'abril o maig. Semblantment les patates, que tenen, a més, el perill de les primeres gelades, si es deixen al camp, un cop desenterrades, i al maig, si es produeix una gelada molt tardana. El prat té també les seves limitacions. Necessita molt regs, si se'n vol treure rendiments elevats, i les gelades tardanes glacen alguns anys els rebrots. D'altra banda, les grans pluges coincideixen amb el moment del primer dall, quan l'herba necessita assecar-se. Finalment, els fruiters hi tenen poques possibilitats, amb tot i la fama de què gaudeixen les peres de Puigcerdà, ja que molts anys es gelen i se'n redueix així la producció.

6.2.2 La indústria

La Cerdanya té una base industrial molt feble i amb tendència a debilitar-se encara més. En les activitats més vinculades als recursos comarcals, és a dir, la fusta i la llet, les empreses principals han anat reduint personal o tancant durant els darrers anys. Així, doncs, aquests sectors, que són els que podrien afermar una base industrial reduïda però sòlida a la comarca, es troben en aquest moment en un veritable retrocés, un cop desapareguda totalment la indústria de la llet i havent disminuït l'activitat el sector de primera transformació de la fusta.



Les indústries que van subsistir són les pensades sobretot per a satisfer les necessitats més immediates dels habitants de la comarca i dels turistes (forns de pa, tallers de reparació d'automòbils...) o bé indústries tradicionals (ferrers i fusters) que s'han anat transformant en indústries auxiliars de la construcció. Així els ferrers es van dedicar més a fabricar llars de foc, reixes de jardí... i el sector de la fusta també es va vincular a la construcció, depenent-ne totalment, i patint la actual crisi d'una manera molt greu.

Figura 6.5: PIB comarcal industrial

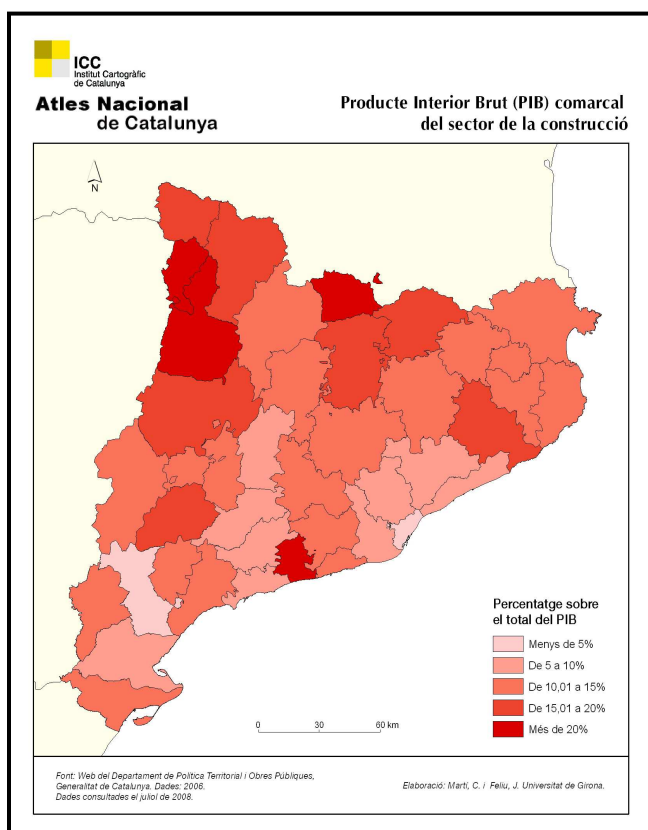
Actualment, destaca el subsector d'aliments, begudes i tabac (amb el 19,1%), a continuació segueix el subsector de l'energia, aigua i extractives (amb el 17,9%), la fusta i el suro (amb el 15,5%), els altres minerals no metàl·lics (amb l'11,2%) i la metal·lúrgia i productes metàl·lics (amb el 9,4%).

Davant de tot això, l'esdevenidor industrial de la Cerdanya és com a mínim, incert. La no existència d'activitat industrial en una comarca on el medi imposa serioses limitacions a la pràctica de l'agricultura fa que el per de l'activitat econòmica es decanti cap al turisme i les activitats que hi van lligades, que en aquest cas comprenen també la construcció.

El sector del turisme es caracteritza per una extremada dependència de fenòmens exteriors a la comarca i per un alt nivell de sensibilitat a aspectes conjunturals generals, que poden posar en perill la continuïtat del sector.

Una possible industrialització de la Cerdanya no és veu del tot factible, ja que els cerdans també són molt recelosos davant de la possible industrialització de la seva comarca perquè hi veuen un perill de destrucció del medi, amb la crisi consegüent de l'agricultura i del turisme.

6.2.3 La construcció



A la comarca, el sector de la construcció representa el 25,3% del total del VAB, una de les xifres més elevades de Catalunya (i el sector que més representa en la composició del VAB català). Aquesta dada s'explica sobretot per el impacte que té l'activitat turística a la Cerdanya.

Però tot i que això podria semblar un bon indicador, cal dir que a la comarca hi ha un debat obert sobre el desenvolupament urbanístic, ja que els habitatges de segones residències superen de molt els habitatges de residència habitual.

Figura 6.6: PIB comarcal de la construcció

	Bellver de Cerdanya	Cerdanya	Catalunya
Principals	649	5.543	2.315.856
Secundaris	941	9.081	514.943
Vacants	165	1.123	452.921
Altres	38	108	30.435

Taula 6.1: Habitatges familiars per tipus, 2001, Font IDESCAT

6.2.4 El turisme

En el turisme de la comarca, hi té un pes específic el factor històric, perquè la Cerdanya és una àrea tradicional d'esbarjo. No obstant això, avui dia ha adquirit una direcció diferent, a causa, principalment, de la massificació en la seva projecció sobre el territori, de la diversitat del tipus de turisme i de l'aparició d'un factor d'atracció que es desmarca dels altres: la pràctica de l'esquí i, en conseqüència, la consideració de la neu com a recurs.

Bona part del dinamisme de la comarca es basa en l'activitat turística i concretament en el turisme relacionat amb la pràctica de l'esquí. A la Cerdanya hi ha dues estacions d'esquí alpí: La Molina, amb 53 km esquiables i amb uns equipaments de quinze remuntadors mecànics (sis telecadires, vuit telesquís i un telecabina), i La Masella, amb 65 km esquiables i dotze remuntadors mecànics (quatre telecadires i vuit telesquís). Hi ha tres estacions d'esquí nòrdic: Aransa, amb 32 km esquiables, Lles, amb 36 km esquiables, i Guils Fontanera, amb 45 km esquiables.

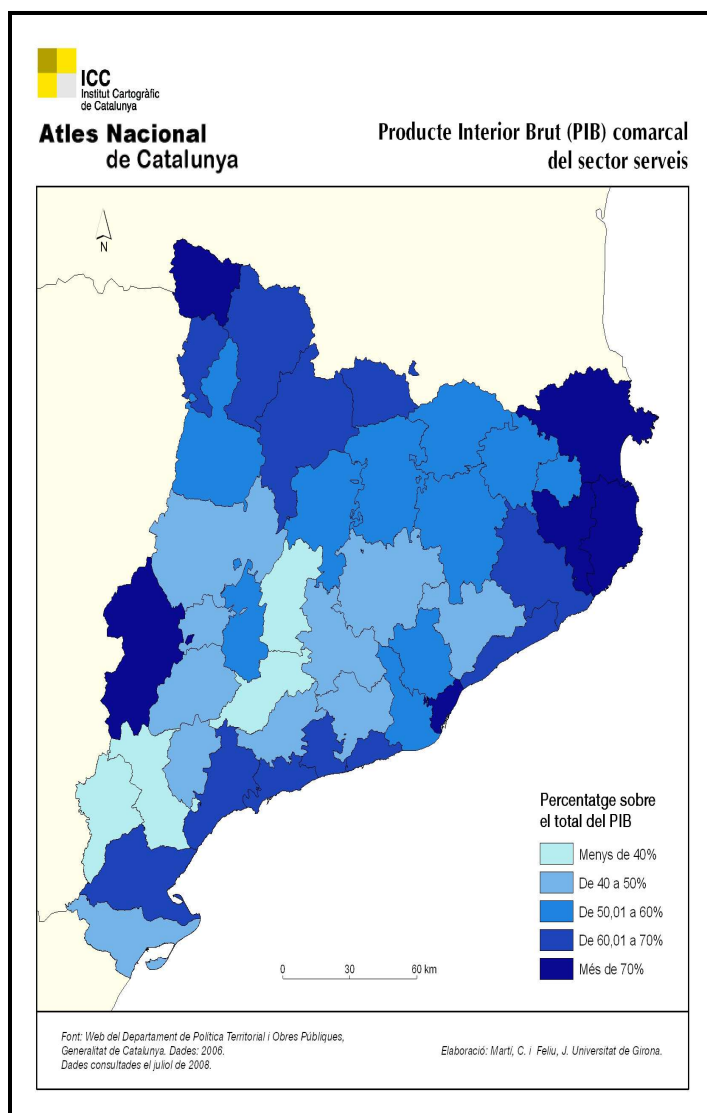


Estació d'esquí de la Molina, Font: La Molina

A part de l'esquí, a la Cerdanya s'hi poden fer altres activitats relacionades amb la muntanya, com ara excursionisme, alpinisme, ciclisme de muntanya, patinatge sobre gel, vol esportiu, caça i pesca (es poden practicar en diferents reserves destinades per a aquestes finalitats), golf, o també es pot simplement gaudir de la bellesa dels paisatges.

En l'estructura de la dotació comercial de la Cerdanya destaca que pertoca un nombre força elevat d'establiments per cada 10.000 habitants (275, enfront dels 161 que hi ha a Catalunya).

Altament, a la comarca també corresponen més metres quadrats per cada 1.000 habitants (1.964 m², enfront dels 1.484 m² de Catalunya) i pertiquen 36 habitants per cada establiment (a Catalunya en són 62).



Es poden plantejar dues hipòtesis possibles quant a les perspectives turístiques de la comarca. En primer lloc, que es mantinguin les característiques actuals, és a dir, que l'activitat turística a la comarca vagi en augment i passi a ésser de manera encara més clara i determinant l'eix de l'economia comarcal. El punt de partida de la segona hipòtesi seria una planificació de l'economia i del territori de manera coherent en la qual el turisme faci un paper important, però en cap cas no es converteixi en una "monoconreu" de la comarca. És evident que els objectius d'aquesta planificació no solament mirarien cap a unes millores econòmiques, sinó també cap a millores socials.

Figura 6.7: PIB comarcal serveis

6.3 Clima

La Cerdanya té clima mediterrani de muntanya, de tipus Prepirinenc Occidental a la plana ceretana i Pirinenc Occidental a l'àrea del Puigpedrós. Ara bé, mentre que La Molina té un clima amb abundants precipitacions, sobre tot de neu a l'hivern, la plana, en especial la banda de solana, és molt més seca i amb oscil·lacions tèrmiques molt extremes. La zona de Bellver, degut a l'entrada d'aire humit té més precipitacions, però alguns hiverns també són molt freds. Les temperatures mitjanes mensuals per als diferents estatges de vegetació son els següents:

- Estatge montà: són fredes, de 1,54 a 0,44 °C als mesos d'hivern i de 14,98 a 15,89 °C als mesos d'estiu.
- Estatge subalpí: oscil·len entre 0,18 i -0,22 °C als mesos d'hivern i de 10,85 a 14,24 °C als mesos d'estiu.
- Estatge alpí: varien entre -0,44 i -1,86 °C als mesos d'hivern i de 8,86 a 11,73 °C als mesos d'estiu.

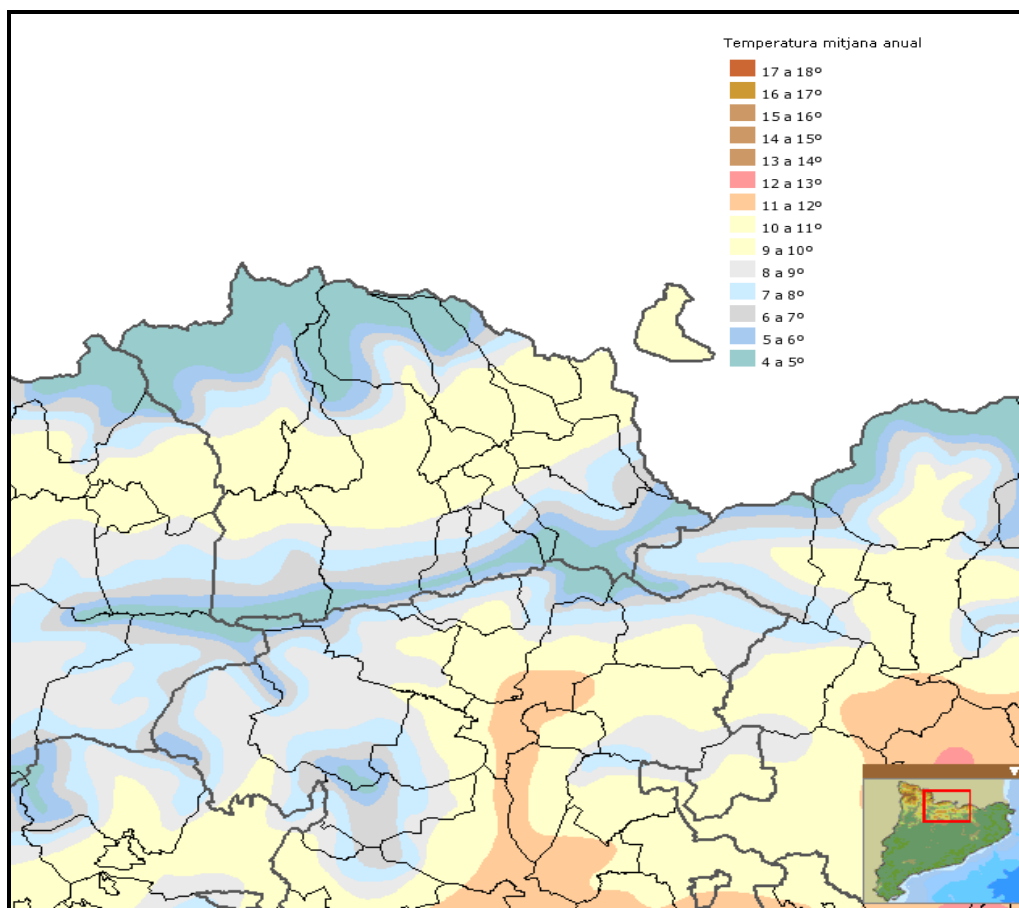


Figura 6.8: Temperatura mitjana anual, Font: gencat

Cal afegir a tot això dos factors importants: el primer, la inversió tèrmica, que fa que molts dies d'hivern faci molta més calor a cotes altes de la muntanya que no pas a la plana; el segon, els corredors d'aire, o sigui, zones on hi ha corrents d'aire més o menys continus que afecten al clima local.

Com passa a la majoria de les valls alpines, l'aire que arriba a la plana de la Cerdanya és força sec, ja que la humitat que prèviament pogués portar aquest aire precipita en forma d'aigua o neu en les muntanyes circumdants. És un fet sabut que l'augment de la pluviositat va en relació directa amb l'ascens altitudinal. Partint de les dades que subministren les estacions meteorològiques de les Escaldes (a 1.300 m), situada en el cor de la plana de l'Alta Cerdanya, i de la Molina (a 1.650 m), a la vall del seu nom, podem comprovar com les muntanyes que envolten la vall cerdana, en alguns casos a la ratlla dels 3.000 m, reben una pluviositat més alta que a la plana.

En el conjunt de la Cerdanya és molt important la funció de la serra de Cadí i els seus contraforts, ja que aturen els vents humits del SE de procedència mediterrània. Això es comprova veient les diferents precipitacions als vessants nord (Cerdanya) i sud (Berguedà). Mentre que la Pobla de Lillet, al Berguedà i per tant al vessant SE, rep 863 mm/any de pluja, Bor, a la Cerdanya, al vessant nord, amb prou feines supera els 688 mm/any. Aquesta diferència es va fent més petita cap a l'est, a causa del descens de l'alçada mitja d'aquesta serra e colls de Pendís i de Toses permeten l'entrada de vents humits en no haver d'ascendir per a entrar a la Cerdanya. L'existència del bosc de faig al vessant sud del coll de Pendís manifesta aquesta variació de la humitat atmosfèrica.



Figura 6.9: La serra del Cadí, Font: Consell Comarcal

L'alçada del relleu de l'est de la vall de la Molina és prou important (Puigmal 2.909 m) per a fer pantalla als aportaments mediterranis. Podem dir que, en general, la zona de l'Urgellet, la Cerdanya i Andorra té un grau d'humitat més baix que la resta del Pirineu occidental català.

6.3.1 Els vents

Els vents principals que afecten la comarca són: el del SE, el llevant, que baixa pel Puigmal, per l'Alta Cerdanya, o bé, desviat per la carena, baixa per la línia puig d'Alp-Pendís i porta la pluja llavors a la Baixa Cerdanya. El del NE, el carcanet, que baixa pel coll de la Perxa i és de procedència mediterrània.

El vent de l'oest, anomenat vent del forat de la Seu, que fa ploure sovint i que tant podria ser de procedència mediterrània desviada com de procedència atlàntica.

A més, hi ha el vent NW, d'origen probablement oceànic. Aquest vent baixa pel muntanyam del nord, o sigui, pel Puigpedrós, i és limitat per les valls de Querol i de Meranges, però gairebé mai no arriba a la plana.

6.3.2 Règim anual de les pluges

Per als diversos estatges de vegetació són els següents:

Estatge montà

Per sota dels 1.600 m trobem un clima més suau amb una precipitació mitjana anual de 926,21 mm que es distribueix de manera uniforme durant tot l'any, encara que aquesta disminueix sensiblement a l'hivern. Els resultats són els següents:

- Hivern: 16,60 % de la pluja cau en aquesta estació.
- Primavera: 29,57 % de la pluja cau en aquesta estació.
- Estiu: 27,10 % de la pluja cau en aquesta estació.
- Tardor: 26,71 % de la pluja cau en aquesta estació.

Durant els mesos d'estiu les precipitacions es mantenen semblants a les obtingudes a la primavera i tardor a causa de les tempestes localitzades d'estiu.

Estatge subalpí

Entre els 1.600 i els 2.000 m trobem un clima intermedi entre la zona baixa i alta de la forest. La precipitació mitjana anual és de 1.010,72 mm, distribuïnt-se en les diferents estacions de la següent manera:

- Hivern: 17,65 % de la pluja cau en aquesta estació.
- Primavera: 26,65 % de la pluja cau en aquesta estació.
- Estiu: 28,30 % de la pluja cau en aquesta estació.
- Tardor: 27,5 % de la pluja cau en aquesta estació.

Estatge alpí

Per sobre dels 2.000 m d'altitud és troben nivells més alts de precipitació, on aquesta assoleix una mitjana anual de 1.117,44 mm, distribuïda també d'una manera homogènia en les diferents estacions segons:

- Hivern: 18,02 % de la pluja cau en aquesta estació.
- Primavera: 25,88 % de la pluja cau en aquesta estació.
- Estiu: 28,63 % de la pluja cau en aquesta estació.
- Tardor: 27,47 % de la pluja cau en aquesta estació.

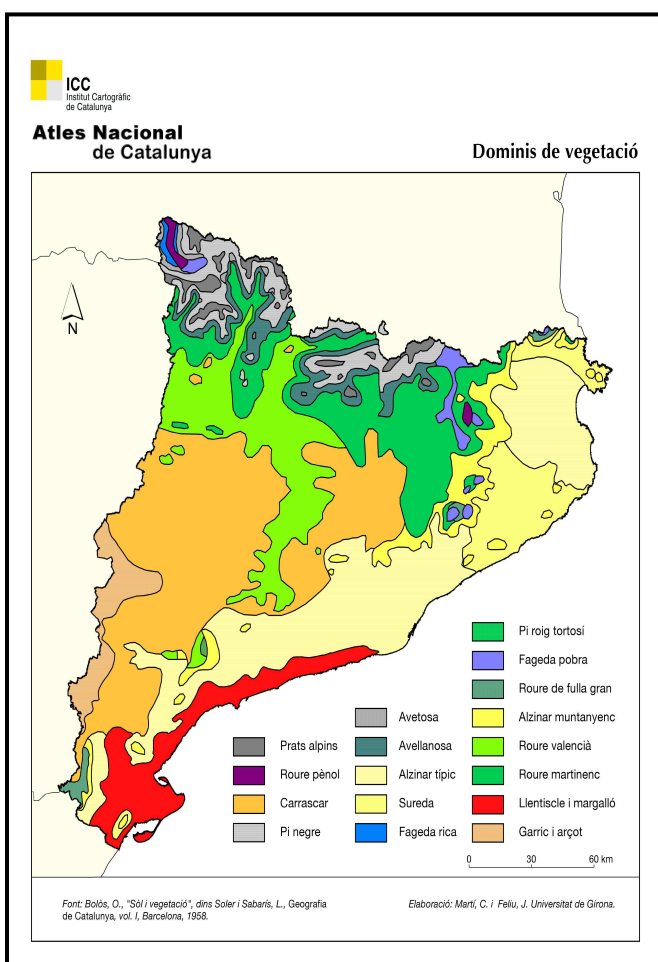
6.3.3 Diferències climàtiques. Inversió tèrmica

Per raó de l'orientació est-oest de la comarca, s'hi origina una divisió climàtica clara: les terres orientades al sud (la solana, caracteritzada per un assolament diari llarg) i les costes orientades al nord (l'obaga, amb un curt assolament diari). Aquesta condició és encara més accentuada al hivern.

També és molt important el fenomen d'inversió tèrmica, relacionat amb la millor exposició solar de les costes situades a mig aire, especialment a la solana, que no pas del fins de la vall, molt més frescal i humida.

Aquest fenomen comporta que a la solana de la Petita Cerdanya, a partir de 1.200 m, hi trobem el domini del carrascar i que a la plana hi trobem el roure martinenc. Sense l'existència d'inversió tèrmica, aquesta distribució hauria de ser a l'inrevés.

6.4 Flora



Bellver de Cerdanya és una zona que presenta una gran varietat natural. La vegetació autòctona està constituïda per rouredes a les cotes inferiors i per pi silvestre i pi negre a les superiors, amb abundància d'avet a les zones ombrívols i la generalització del prat alpi per sobre dels 2.300 metres. Tot i que hi ha explotació forestal, moltes zones estan actualment poblades per matoll. A la plana abunden els prats de sega i els cultius variats i s'ha establert a la vora del Segre un frondós bosc de ribera format per freixes, salzes i verns.

Figura 6.10: Dominis de vegetació, Font: ICC

6.4.1 L'alta muntanya

Hi ocupa les àrees situades per damunt dels 1.600 m i es caracteritza, ultra per les baixes temperatures, per la nivositat elevada. Hi dominen les espècies boreoalpines, encara que també n'hi ha de medioeuropees i fins i tot, circumstancialment, de meridionals muntanyenques. Els principals estatges són:

1- *Estatge alpi*: a partir dels 2.300 m. és poc favorable a la vida humana i hostil a la vegetació arbòria i arbustiva. A l'estiu, hi fan cap els ramats. Hi domina el prat natural (prat alpi), que cobreix les superfícies immenses i representa l'element fonamental del paisatge.



Figura 6.11: Prat alpi, Font: Consell Comarcal

2- *Estatge subalpi*: situat aproximadament entre els 1.600 m i els 2.300 m. en estat natural seria cobert de grans boscos de coníferes, sobretot pi negre (*Pinus uncinata*), i de boscos locals, ara poc importants, d'avetoses. D'altres arbres significatius serien el beç, el gatsaule, el trèmol, la moixera de la guilla, etc. A causa de les fargues, de la construcció naval, de les malmeses dels pastors i de l'acció humana en general, les pinedes i les avetoses subalpines s'han anat aclarint. Així circumstancialment, al lloc que haurien d'ocupar ara hi trobem prats de pastura semblants als prats alpins.



Aquest estatge està representat per l'espècie arbòria climàtica, el pi (*Pinus uncinata*). Es troba en tot l'estatge amb peus dispersos de pi roig (*Pinus sylvestris*) i avet (*Abies alba*).

Les masses mixtes de pi negre i pi roig es troben en la zona de transició entre l'estatge altimontà i el subalpi.

Figura 6.12: Bosc de l'estatge subalpi, Font: Consell Comarcal

L'estrat arbustiu és també diferent en funció de l'altitud i el sòl. En l'estatge montà el boix (*Buxus sempervirens*) és l'arbust més abundant, tant en rasos com en masses de pi roig. El ginebró (*Juniperus communis*) és la següent espècie més abundant, a excepció dels rasos de les cotes més baixes de la forest. Altres espècies presents són el bàlec (*Cytisus oromediterraneus*), l'argelaga (*Genista scorpius*) i l'aranyoner (*Prunus spinosa*) en els indrets més assolellats i, en zones arbrades, la boixerola (*Arctostaphylos uva-ursi*), garravera (*Rosa sp.*), xuclamel (*Lonicera xylosteum*), corner (*Amelanchier ovalis*), avellaner (*Corylus avellana*), arç blanc (*Crataegus monogyna*), cirerer de guineu (*Prunus mahaleb*), tintorell (*Daphne mezereum*), *Cotoneaster intergerrimus*, *Cytisophyllum sessilifolium*, i *Viburnum lantana*.

La cobertura arbustiva és important en les zones més obertes, ocupant entre el 30 i el 80% de la superfície. En la zona de transició cap al subalpí continua apareixent el boix, junt al ginebró, el corner i la boixerola. En els dominis del pi negre la cobertura arbustiva és nul·la o escassa (entre un 5 i un 20% normalment) essent l'espècie més abundant el ginebró; també s'hi troba el xuclamel, groseller, corner, bruguerola (*Calluna vulgaris*) i neret (*Rhododendron ferrugineum*). Aquest darrer, igual que el mirtill (*Vaccinium myrtillus*) són escassos i es localitzen en les zones més descalcificades.



En les franges de bosc de ribera predominen els verns de rebrot (*Alnus glutinosa*) i freixes (*Fraxinus excelsior*) acompanyats per salzes, bedolls, cireres, blades i algun til·ler.

Figura 6.13: Bosc de ribera, Font: Consell Comarcal

En una economia equilibrada, les superfícies de bosc i de pastura s'haurien de mantenir en la proporció adequada. Caldria evitar que continués la destrucció dels boscos, com també seria necessària la reforestació de moltes superfícies ara poc productives o exposades a l'erosió del sòl. En aquest estatge subalpí, hi podem distingir encara el domini del bosc de pi negre i el domini de l'abetos. Les principals espècies que cal mencionar, ultra el pi negre, són el neret i el nabiu. A més, als solells hi trobem el bàlec, el ginebró i la boixerola. Quan l'acció humana ha conduït a la rarefacció de l'arbre, hi dominen els arbustos esmentats. El domini de l'abetos és actualment poc important.

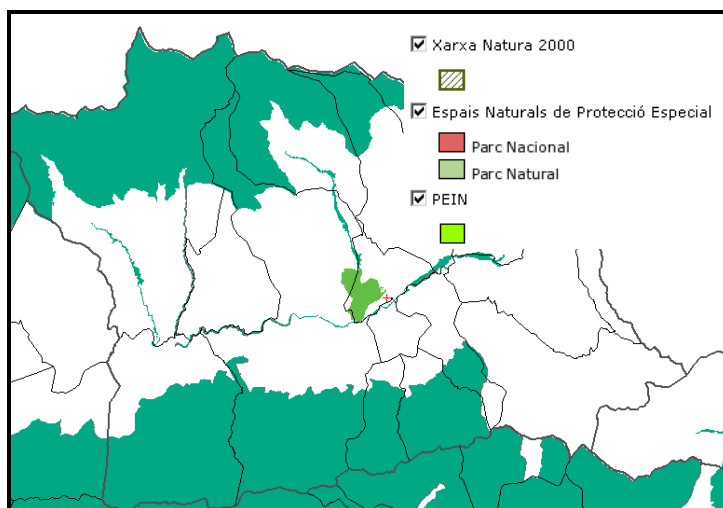


Figura 6.14: Xarxa Natura 2000 i Parc Natural a la Cerdanya, Font: ICC

6.4.2 La muntanya mitjana: Estatge montà i altimontà

És compresa entre els 1.100 i els 1.600 m aproximadament. Hi domina la flora medieuropea (euro-siberiana). En principi, caldria localitzar-la, dins d'aquests límits altitudinals, tant a l'obaga com a la solana, però per raó de la inversió tèrmica, els paisatges de la solana i de la plana es troben invertits. Així, doncs, localitzarem el paisatge típic de la muntanya mitjana a la baga i a la plana i a la solana, aproximadament, des de la vall de Meranges fins al coll de la Perxa.

Primitivament, hi predominava el bosc caducifoli que pertany al país de les rouredes seques (província submediterrània). És, sens dubte, la zona més afectada per l'acció humana. Així, les costes convertides en conreus (pastures o camps de cereals, segons les possibilitats de regadiu), un cop abandonades, es converteixen en superfícies on dominen els matolls de bàlec i de ginebró, especialment als solells. Altres cops, la influència humana s'hi ha fet sentir, possiblement per tallades de rouredes en règim de curta evolució, substituint el bosc primitiu per boscos de coníferes, majoritàriament de pi roig (*Pinus sylvestris*).



Figura 6.15: Vall de Pi , Font: ajuntament de Bellver

L'espècie arbòria més representativa i dominant en aquest estatge és el pi roig (*Pinus sylvestris*). L'abet, tot i que potencialment podria presentar-se com a dominant en més sectors, és escàs, quedant relegat a l'estatge subalpí, més inaccessible. Altres espècies arbòries presents com a acompanyants són el blada (*Acer opalus*), la moixera (*Sorbus aria*), la moixera de guilla (*Sorbus aucuparia*), el trèmol (*Populus tremula*), el gatsaule (*Salix caprea*), el cirerer (*Prunus avium*), el clop (*Populus nigra*) i l'avellaner (*Corylus avellana*). En general, aquestes espècies actuen com a colonitzadores, abundant més en aquells indrets on s'han fet tallades intenses o on ha tingut lloc alguna pertorbació (allaus, ventades...).

Un capítol a part mereixeria la plana de la Cerdanya que, per raó dels assentaments urbans o de les explotacions agrícoles, presenta un aspecte gairebé sense rastre de la vegetació primitiva. Els principals dominis que comprèn són:

- 1- Domini de l'avellanosa amb les hepàtiques i del bosc pirinenc de pi roig. Es caracteritza per un clima continental relativament poc plujós i força fred a l'hivern, i se situa aproximadament entre els 1.300 i els 1.600 m. primitivament devia ser un bosc en què dominarien els freixes i els avellaners amb algun cirerer, amb boscos locals de roure de fulla gran, de roure pèdol o de roure cerrioides. Per l'acció humana, actualment en aquest domini hi trobem boscos de pi roig o matolls de bàlec i de ginebró.
- 2- Domini del bosc de roure martinenc (*Quercus pubescens*): la plana de la Cerdanya en seria ocupada molt probablement en estat natural. És una vegetació netament submediterrània. també es trobaria en alguns solells tant de la бага com de la solana. Aquesta roureda amb boix s'estendria especialment sobre les zones calcàries.
- 3- Domini del bosc de ribera i dels canyars: propi dels marges dels rius i de les zones humides. Els arbres principals en serien: el vern, el salze i l'arbre blanc.

6.4.3 La vegetació mediterrània

Per raó de la inversió tèrmica, l'estatge mediterrani és situat a la Cerdanya entre els 1.250 m i l'estatge de pi negre (1.600 m). A la solana, des del Pont de Bar a la vall de Meranges, hi trobem el domini del carrascar, constituït fonamentalment per la carrasca (*Quercus ilex ssp. rotundifolia*). Les clarianes són constituïdes per mates de boix i de farigola. La carrasca és una subespècie d'àrea ibero-mauritànica, i és un arbre que podem localitzar aïllat o bé formant bosquets. De fulla persistent i creixença lenta, és en relació amb la relativa aridesa dels terrenys i amb les fortes oscil·lacions tèrmiques.

6.4.4 Vegetació potencial

Per vegetació potencial s'entén la vegetació que es pot esperar que dominaria de forma òptima a la zona d'estudi per condicions de substrat, orientació, altitud i climatologia; aquesta coincidiria amb la vegetació primitiva de l'indret, sempre i quan qualsevol alteració produïda al llarg del temps no hagués malmès el sòl ni l'estratificació i composició de les espècies vegetals.

Informació extreta del Mapa de vegetació de Catalunya 1:50.000 publicat per l'Institut d'Estudis Catalans i l'Institut Cartogràfic de Catalunya.

- Bosc de pi negre acidòfil i xeròfil: *Veronico-Pinetum sylvestris pinetosum uncinatae* i *genisto-Arctostaphylletum typicum*
- Bosc de pi negre acidòfil i mesòfil: *Saxifrago-Rhododendretum pinetosum*
- *uncinatae*. o Bosc de pi negre calcícola i xeròfil: *Genisto Arctostaphylletum rhamnetosum alpinae*
- Bosc montà de pi roig acidòfil i mesòfil: *Buxo-Quercetum pubescentis hylocomietosum*, *Hylocomio-Pinetum catalaunicae*
- Bosc montà de pi roig calcícola i xeròfil: *Primulo-pinetum sylvestris teucrietosum catalaunici*
- Bosc montà de pi roig calcícola i mesòfil: *Primulo-Pinetum sylvestris typicum* + *Polygalo-Pinetum sylvestris*.
- Roureda de roure martinenc amb boix (o pineda de pi roig) calcícola: *Buxo-Quecetum pubescentis*.
- Roureda de roure martinenc (o pineda de pi roig) neutraacidòfila: *Pteridio-Quercetum pubescentis*
- Freixeneda i bosc mixt mesohidròfits afins: *Brachypodio-Fraxinetum excelsioris*, *Hepatico-Coryletum*

6.5 Fauna

La fauna és la típica dels Pirineus, protegida per les reserves naturals i el Parc Natural del Cadí-Moixeró. Bàsicament ens centrarem en la comunitat de vertebrats, ja que són els que s'han de tenir més en compte a l'hora de gestionar el bosc, si s'executa en un futur aquest projecte.

6.5.1 Peixos

Les truites de riu, en diverses varietats, a més a més del barb de muntanya, el barb roig, la carpa, lluç de riu (*Esox lucius*), llamprees, etc., són algunes de les espècies de peixos que viuen als cursos d'aigua.

6.5.2 Amfibis



Es poden trobar als diferents barrancs de la forest, als prats i zones obertes. Hi ha espècies que adapten perfectament als ambients amb talls d'aigua discontinus i irregulars, com són la salamandra (*Salamandra salamandra*) i el gripau comú (*Bufo bufo*).

Figura 6.16: Gripau comú

6.5.3 Rèptils

A grans trets, degut a que només una part dels sectors de la forest són d'exposició solella (zona de la solana), aquests serien els espais escaients per als requeriments dels rèptils. Dels ofidis, cal esperar que l'escurçó pirinenc (*Vipera aspis*) sigui abundant a les zones ben assolellades amb vegetació arbustiva i la serp verda (*Malpolon monspessulanum*).



Dins la família *Lacertidae* és segura la presència de la sargantana ibèrica (*Podarcis hispanica*) i la sargantana de paret (*Podarcis muralis*), freqüent en murs de pedra i roquissars. Es podria trobar el llargardaix verd (*Lacerta bilineata*), present probablement en indrets humits amb bona cobertura herbàcia i arbustiva. Val a dir que en zones de bosc dens i ombrívol no hi ha gairebé cap espècie de rèptil.

Figura 6.17: Sargantana de paret

6.5.4 Ocells

A continuació s'ofereix una descripció general de la comunitat ornítica de la forest:

L'ambient forestal que domina a l'estatge subalpí, com s'ha dit, són les pinedes de pi negre i pi roig. Aquests hàbitats presenten una avifauna prou diferenciada sobretot per l'estructura de bosc, l'entrada de llum i la composició de l'estrat arbustiu.

Les espècies més característiques d'aquest hàbitat són: la mallerenga petita (*Parus ater*), el pinsà comú (*Fringilla coelebs*), el raspinell comú (*Certhia brachydactyla*), el picot verd (*Picus viridis*) i el picot graser gros (*Dendrocopos major*), el reietó (*Regulus regulus*), el pinsà borroner (*Phyrrula phyrrula*), el picasoques blau (*Sitta europaea*), el trencapinyes (*Loxia recurvirostra*).



Les espècies més característiques que s'han detectat a la pineda de pi roig són la mallerenga carbonera (*Parus major*), el tord (*Turdus philomelos*), la garsa (*Pica pica*), la mallerenga emplomallada (*Parus cristatus*) i el cucut (*Cuculus canorus*).

Figura 6.18: Cucut

Les espècies més característiques que s'han detectat en les parts baixes de la forest són el cruel (*Regulus ignicapillus*), el pit-roig (*Erithacus rubecula*), el mosquiter pàlid (*Phylloscopus bonelli*), la mallerenga blava (*Parus caeruleus*), la merla (*Turdus merula*), la griva (*Turdus scivorus*), el rossinyol comú (*Luscinia megarhynchos*), el gaig (*Garrulus glandarius*) i la perdiu roja (*Alectoris rufa*).

Als dominis dels roquissars silícics, les espècies més característiques són la cotxa fumada (*Phoenicurus ochruros*), el sit negre (*Emberiza cia*), la cornella (*Corvus corone*), la gralla de bec vermell (*Phyrrhocorax pyrrhocorax*) i el roquerol (*Ptyonoprogne rupestris*), totes elles es troben estretament lligades als ambients rupestres.

Pel que fa als rapinyaires diürns, sobrevolen la forest (sense nidificar-hi) el voltor comú (*Gyps fulvus*). És més que probable la presència de l'aligot comú (*Buteo buteo*).

Dels rapinyaires nocturns es coneix la presència segura del gamarús (*Strix aluco*). Un altre ocell nocturn amb presència probable a l'àrea d'estudi, sobretot a les zones més obertes, és l'enganyapastors (*Caprimulgus europaeus*). En l'ecosistema alpi cal destacar la presència de la perdiu xerra (*Perdix perdix*).

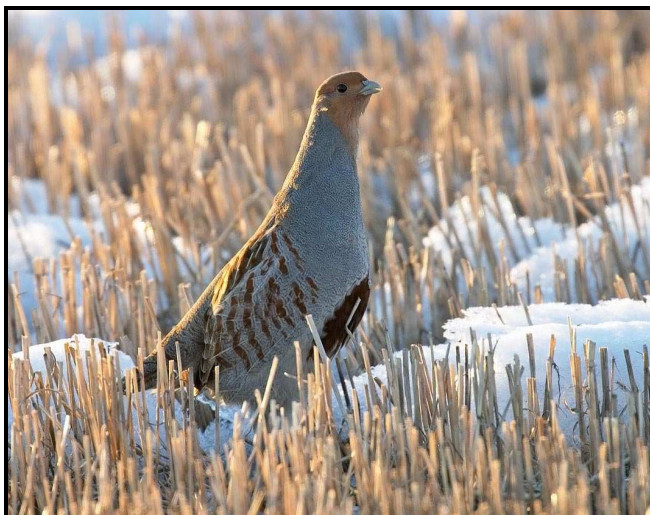


Figura 6.19: perdiu xerra

6.5.5 Mamífers

Els micromamífers presents a l'àrea d'estudi són mal coneguts, per manca d'informació bibliogràfica. Dels treballs de GOSÀLBEZ (1987) i RASPALL *et al.* (1995) fets en hàbitats similars podem suposar com molt probable la presència de les espècies següents: talp (*Talpa europaea*), musaranya menuda (*Zorrees minutus*), musaranya cua-quadrada (*Sorex araneus*), musaranya vulgar (*Crocidura russula*), rata cellarda (*Eliomys quercinus*), esquiol (*Sciurus vulgaris*, presència segura), talpó roig (*Clethrionomys glareolus*), talpó de tartera (*Chionomys nivalis*) i talpó muntanyenc (*Microtus agrestis*). Encara que poc probable, no podem descartar la presència d'algunes espècies més, cas del liró gris (*Glis glis*) i talpó pirinenc (*Microtus pyrenaicus*). Les espècies lligades a cursos d'aigua permanents, com *Galemys pyrenaicus*, *Neomys fodiens* o *Arvicola sapidus*, deuen ser absents dins l'àrea d'estudi.



Pel que fa als lagomorfs, la llebre (*Lepus europaeus*) és comuna en la majoria dels ambients oberts, sobretot en els prats dalladors abandonats.

L'ordre dels carnívors està representat per espècies que apareixen per tota l'àrea, com la guineu (*Vulpes vulpes*), la fagina (*Martes foina*) i la geneta (*Genetta genetta*).

Figura 6.20: Guineu

Els ungulats estan representats pel senglar (*Sus scrofa*), l'isard (*Rupicapra pyrenaica*) i el cabirol (*Capreolus capreolus*). L'isard es troba a les parts altes de la forest i parts culminals de la finca i el cabirol a les zones forestals, que utilitza com a refugi i des d'on surt freqüentment per alimentar-se als prats.



Figura 6.21: Grup d'isards

Dels esciuromorfs cal destacar la presència de marmotes (*Marmota marmota*) per sobre de Terranella.

És molt important tenir en compte que les següents espècies vertebrades estan protegides: tritó pirinenc (*Euproctus asper*), àguila daurada (*Aquila chrysaetos*), esparver (*Accipiter nisus*), aligot (*Buteo sp.*), astor (*Accipiter gentilis*), mussol pirinenc (*Aegolius funereus*), picot negre (*Dryocopus martius*), picot verd (*Picus viridis*), picot garser gros (*Dendrocopos major*), pica-soques blau (*Sitta europaea*), marta (*Martes martes*), geneta (*Genetta genetta*) i gat fer (*Felis silvestris*).



Figura 6.22: Mussol pirinenc

6.6 Geologia

El relleu de la Cerdanya ens delimita dues divisions naturals característiques: la plana i la muntanya.

La plana és una vall d'origen tectònic. En el curs de diverses etapes geològiques, després de l'esfondrament del terreny, fou un gran llac vorejat de muntanyes que s'anà omplint de sediments arrossegats al fons de la vall pels diversos rius i torrents que hi abocaven. Aquests sediments formen actualment les capes del subsòl de la vall. En temps més recents, els moviments epirogènics hi ha provocat nous aixecaments del terreny, sobre el qual els rius han hagut d'excavar de nou els sediments terciaris de la plana. Així, s'ha format una nova vall on s'han dipositat els sediments més recents de l'època quaternària, que són els que actualment conformen el fons de la vall. De l'acció dels rius en les diferents etapes geològiques s'han configurat a la plana dues terrasses enlairades, molt aprofitades per a les activitats agrícoles.

La muntanya que voreja la comarca forma part, d'una banda, de la zona axial del Pirineu i, de l'altra, de la serra de Cadí. Les muntanyes pirinenques són formades de materials de tipus paleozoic, roques sedimentàries antigues (granit i pissarres) i roques calcàries. A la serra de Cadí, hi trobem materials calcaris, margues i conglomerats de l'era secundària. La muntanya cerdana té replans d'erosió importants. En els més elevats, l'home aprofita les pastures (2.000/ 2.600 m), i en els més baixos (1.200/ 1.400 m), hi trobem nuclis de poblament i terres conreades.



Figura 6.23: La serra del Cadí

Estructuralment, la plana cerdana es divideix en dues conques separades per l'estret d'Isòvol: la de Puigcerdà i la de Bellver de Cerdanya, travessades pel riu Segre, que és l'eix fonamental de la comarca. Els accessos naturals a la Cerdanya són el coll de la Perxa, a l'est; l'estret o forat de la Seu, pas que s'obre el Segre per avançar fins a l'Urgellet, a l'oest; i les valls transversals com la de Querol, la qual a través del coll de Pimorent comunica amb el nord; i la Molina, per la collada de Toses, pel sud.

BLOC II

7. La biomassa

El concepte de biomassa inclou el conjunt de la matèria orgànica renovable d'origen vegetal, animal o procedent de la seva transformació natural o artificial. Qualsevol tipus de biomassa prové de la reacció de la fotosíntesi vegetal, que sintetitza substàncies orgàniques a partir del CO_2 de l'aire i d'altres substàncies simples, aprofitant l'energia del sol.

Els recursos de biomassa provenen de fonts molt diverses i heterogènies, i les tecnologies disponibles permeten que els productes energètics obtinguts puguin substituir a qualsevol font energètica convencional, ja sigui un combustible sòlid, líquid o gasós, tant en usos tèrmics, com en usos elèctrics, com aplicacions al transport. Els diferents productes que s'inclouen dins del terme genèric de biomassa són:

- La biomassa de tipus llenyós procedent del sector agrícola i forestal.
- Els subproductes i residus orgànics susceptibles de ser aprofitats energèticament mitjançant el procés de digestió anaeròbia amb producció de biogàs (fangs d'EDAR, subproductes procedents del sector ramader...)
- La part orgànica dels Residus Sòlids Urbans (RSU) i altres residus orgànics.
- Els biocarburants líquids obtinguts a partir de productes vegetals o animals.

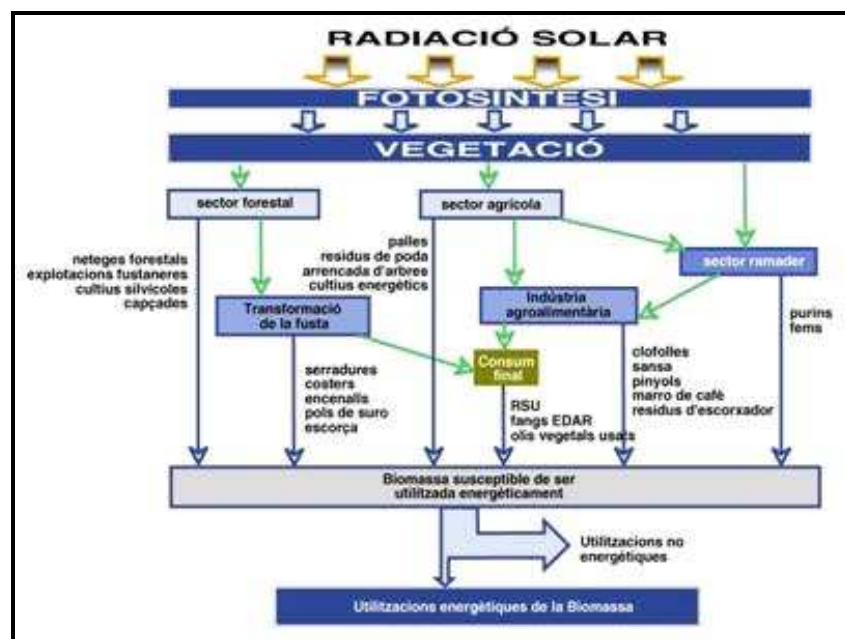


Figura 7.1: Procedència de la biomassa, Font: ICAEN

7.1 Biomassa llenyosa (forestal i agrícola)

La biomassa llenyosa que s'utilitza amb finalitats energètiques pot tenir orígens diversos:

- Biomassa forestal procedent de treballs silvícoles de millora i neteja, així com la generada en els tractaments i aprofitaments de les masses forestals.
- Biomassa generada en el sector agrícola, procedent de cultius agrícoles, llenyosos i herbacis, tant de les tasques de poda d'arbres com en la collita i activitats de recollida de productes finals.
- Biomassa generada en activitats industrials vinculades als sectors forestal i agrícola (estelles, serradures, fusta recuperada, closques de fruits secs, etc.).
- Cultius energètics; sector productor de biomassa a partir de cultius d'espècies vegetals destinats específicament a la producció per a usos energètics.

La biomassa forestal, serà el tipus en el que ens centrarem en aquest treball, i agrupa tots aquells residus que habitualment es generen en el desenvolupament de les activitats pròpies d'aquest sector, i que estan relacionats amb els treballs de manteniment i millora de les masses d'arbres. Això no obstant, la biomassa que s'utilitza actualment amb finalitats energètiques pot tenir orígens diversos:

- Restes forestals (o biomassa forestal primària): procedents de treballs silvícoles de millora, desbrossament de matoll, obertura de franges tallafoc, perímetres de protecció prioritària, aprofitaments comercials i bosc menut.
- Subproductes derivats d'indústries de la fusta: primàries (arbre o tronc processat directament) o secundàries (processen la fusta ja elaborada en les indústries de primera transformació, podent produir residus com additius i coles).
- Residus de fusta recuperada: derivats de totes les activitats econòmiques i socials alienes al sector forestal, tals com residus de la construcció, demolició d'edificis, palets, etc.

L'aprofitament d'aquest recurs natural, com la dels residus de tipus orgànic, té tres tipus d'aplicacions energètiques principals: la tèrmica, l'elèctrica i la cogeneració. En el primer cas, el procés de combustió de la biomassa llenyosa genera un fluid tèrmic (vapor, aigua calenta, oli tèrmic, etc.) que permet un aprofitament directe per a calefacció, tant en instal·lacions individuals com col·lectives.

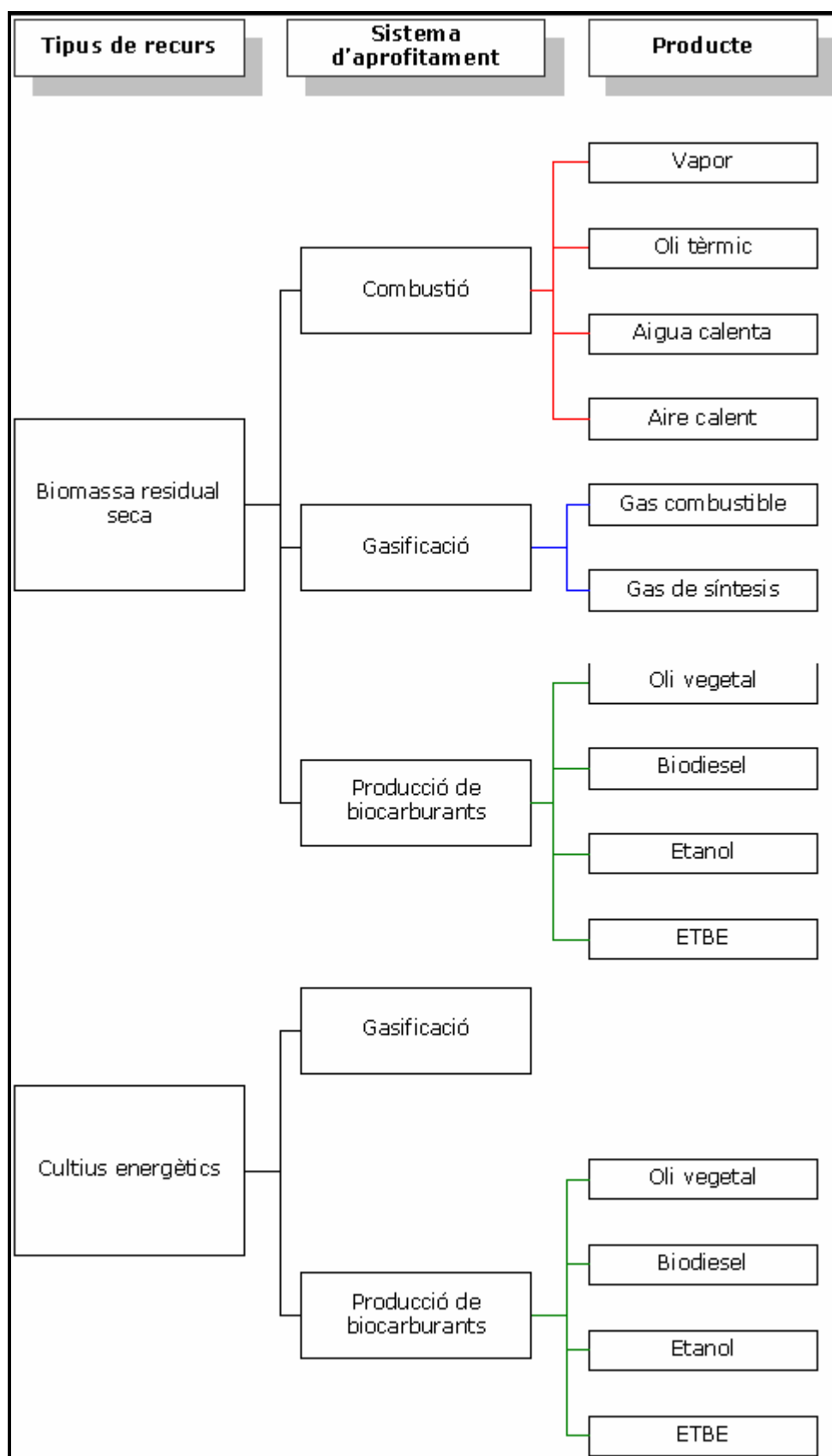


Figura 7.2: Sistemes d'aprofitament energètic en funció del tipus de recurs disponible, Font: ICAEN

Els dos tipus de combustibles d'ús més extens per a calefacció són l'estella i els pèl·lets (els rendiments són superiors al 80%). En el segon, la combustió de la biomassa en una caldera produeix vapor a alta pressió i temperatura que s'expandeix en una turbina de vapor tot generant energia elèctrica (amb rendiments no superiors al 30%).

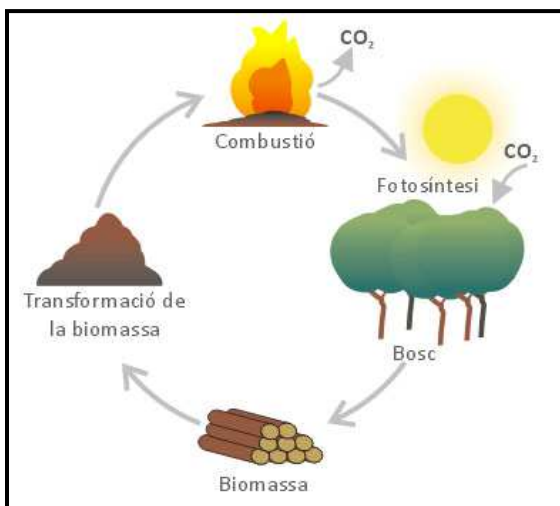
També és possible utilitzar la biomassa en instal·lacions de cogeneració (amb motors alternatius, turbines de gas o turbines de vapor) a partir de les tecnologies de gasificació i piròlisi.

S'ha de tenir en compte que el consum de biomassa forestal i agrícola per a generació d'energia elèctrica a Catalunya l'any 2009 es centrava exclusivament en una instal·lació de gasificació i de generació d'electricitat amb motors alternatius ubicada a Móra d'Ebre, d'una potència elèctrica de 500 kW.

Gairebé la totalitat del consum de biomassa forestal i agrícola a Catalunya correspon a consums directes per a produir calor. Aquests consums es concentren principalment en el sector domèstic (consum de llenyes per a calefacció) i en el sector industrial (habitualment indústries que utilitzen biomassa per a produir energia tèrmica i alimentar algun dels seus processos productius). Els sectors primari (agrícola i ramader) i terciari (serveis) també són consumidors de biomassa llenyosa, però en quantitats molt més reduïdes.

L'ús tèrmic de la biomassa s'ha vist afavorit durant aquests darrers anys pel desenvolupament de normativa en el sector dels edificis, com la inclusió de les instal·lacions de biomassa en el Reglament d'instal·lacions Tèrmiques en els Edificis (RITE) i l'aparició de la biomassa com a tecnologia que possibilita assolir la qualificació energètica A en edificis.

El creixent interès de la biomassa tèrmica per a calefacció d'edificis ha provocat un significatiu increment del nombre de calderes de biomassa petites i mitjanes (funcionant amb pèl·lets o estelles), provocant el naixement d'un sector que pràcticament era inexistent a Catalunya l'any 2005. Tanmateix, s'ha incrementat de forma notable el nombre d'empreses a Catalunya que es dediquen a la fabricació, distribució i instal·lació de calderes de biomassa.



Un dels punts forts d'aquest tipus d'energia renovables és que el CO_2 emès en cremar la biomassa no contribueix a l'efecte hivernacle, ja que és d'origen renovable. Aquest CO_2 forma part del Carboni circulant de forma natural entre l'atmosfera i la biosfera i, en ser fixat novament per la vegetació, el balanç final a l'atmosfera és neutre, a diferència del que passa en cremar combustibles fòssils.

Figura 7.3: Balanç CO_2 , Font: ICAEN

La biomassa presenta avantatges comuns amb la resta de les energies renovables, com el fet que es tracta d'una energia autòctona que redueix la dependència dels combustibles fòssils -i la seva consegüent importació de països tercers- i de les emissions derivades, fomenta la creació de llocs de treball i contribueix a la diversificació i descentralització energètica.





Presenta altres avantatges addicionals específics com el fet que es tracta d'un recurs local amb una elevada disponibilitat; que hi ha una gran varietat de tipus de biomassa i usos energètics potencials; que el seu aprofitament millora les masses forestals amb densitat excessiva i, per tant, ajuda a les operacions de prevenció d'incendis forestals.

Es tracta, també, d'un mercat emergent per als propietaris forestals, que ajuda a fixar la població rural i al desenvolupament socioeconòmic, i dinamitza el sector de la fusta, tot garantint la continuïtat temporal al llarg de l'any de les empreses forestals.

7.2 Tipus de biomassa forestal amb usos tèrmics

Hi ha una gran varietat de combustibles sòlids que poden ser utilitzats amb usos tèrmics: restes de poda, estelles, pèl·lets, briquetes, ossos d'olives, closques de fruits secs (ametlles, pinyons), etc. Cadascuna té un determinat potencial energètic en funció de les seves característiques físiques, les quals també en condicionen l'ús i influeixen sobre la combustió.

Els tres tipus principals de combustibles que fan servir les calderes actuals de biomassa són les estelles, les briquetes i els pèl·lets. Les estelles provenen del fraccionament de la llenya, un procés que homogeneïtza el producte resultant i en facilita la combustió. Són, per tant, poc denses i tenen un rendiment energètic relativament baix en comparació amb els pèl·lets i les briquetes, dos combustibles que s'obtenen a partir de la compactació de la biomassa triturada (fusta, residus llenyosos, palla de cereals o barreja de residus lignocel·lulòsics), per la qual cosa tenen una densitat més gran. Això facilita el transport i abarateix els costos tant del transport com de l'emmagatzematge.

		Descripció	Densitat real	Poder calorífic	Cendres
	Llenya	Fàcil de trobar. Humitat variable	350 - 700 kg/m ³	3 - 3,5 kWh/kg	<1,5%
	Estelles	Provenen del fraccionament de la llenya	250 - 400 kg/m ³	1,5 - 4 kWh/kg	<1,5%
	Briquetes	Semadures comprimides de forma cilíndrica (5-13 cm de diàmetre i 5-30 cm de llargada), 10% humitat	1.000 - 1.300 kg/m ³	4,7 - 5 kWh/kg	<0,5%
	Pèl·lets	Semadures comprimides de forma cilíndrica (6-20 mm i 25-60 mm de llargada), 10% humitat	1.200 kg/m ³	4 - 5 kWh/kg	<0,5%

Taula 7.1: Diversos tipus de biomassa forestal, Font Consell Comarcal

L'estella és el biocombustible primari per excel·lència, obtingut a partir del processament físic directe de la biomassa forestal. És el resultat de triturar llenya fins a obtenir uns petits fragments, la grandària dels quals no sol excedir els deu centímetres de longitud i els dos centímetres de gruix. L'estella que procedeix de fusta de bosc (o biomassa forestal primària) s'obté quan es recullen restes del bosc en els aprofitaments forestals (no comercials, de productes sense qualitat), quan es fan tallades de millora o bé treballs de prevenció d'incendis.

Així doncs, el fet d'aprofitar aquest material comporta reduir l'ús de combustible al bosc i, per tant, disminuir el risc d'incendi. Alhora, fa que augmenti la superfície gestionada i s'afavoreixen els usos i mercats dels productes que provenen del bosc. Aquest producte també s'anomena estella de gestió forestal sostenible.

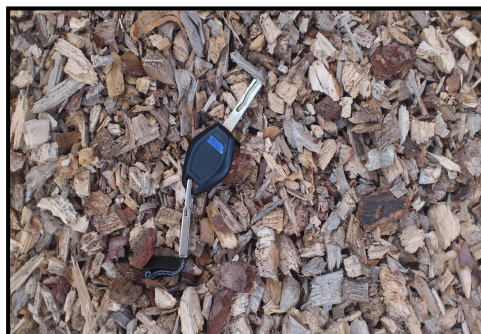


Figura 7.4: Estella, Font: elaboració pròpia

En canvi, l'estella industrial és la que prové de subproductes derivats d'indústries primàries de la fusta (les quals processen directament l'arbre o tronc que arriba del bosc) i d'indústries secundàries (que processen la fusta ja elaborada a les indústries de primera transformació, si bé en aquest segon cas la biomassa sol tenir impureses).

Avantatges:

- Estalvi energètic de fonts d'origen fòssil i diversificació energètica.
- Balanç de CO₂ neutre.
- Emissions de SO₂ (causant de la pluja àcida) molt baixos.
- Incentiva la gestió forestal sostenible econòmica i mediambientalment.
- Els preus dels biocombustibles estan subjectes a mercats locals.
- L'aprofitament del recurs ajuda a generar riquesa en el territori.
- Crea activitat industrial i llocs de treball en àmbits rurals.
- La biomassa no genera fluids contaminants.

Limitacions:

- La instal·lació té un cost superior a la d'equips convencionals.
- Cal gestionar l'aprovisionament del combustible.
- Es necessita un espai per a emmagatzemar el biocombustible.
- Cal preveure la logística de subministrament.
- Encara manca normativa i reglamentació específica.
- Elevats costos derivats del transport i emmagatzematge.

7.3 Característiques de la biomassa forestal

7.3.1 Característiques físiques

- Forma i granulometria

Aquest és un factor molt important ja que determina la facilitat que té l'estella de cremar-se. La forma es relaciona amb la superfície de contacte entre el material i l'oxigen de l'atmosfera, com més gran és aquesta superfície de contacte, més fàcilment cremarà el material (però també s'ha de tenir en compte que també ens interessa una mida estàndard, ni molt gran ni molt petita; per dur a terme el seu correcte emmagatzematge i transport).

- Densitat i pes d'un esteri

Esteri: Unitat de mesura destinada exclusivament al brancatge, equivalent a la quantitat de llenya que es pot encabir en un cub d'un metre cúbic, és sempre inferior al metre cúbic real de fusta.

Són dues variables de gran importància en la vessant econòmica de l'aprofitament de la biomassa, ja que condicionen els rendiments en el transport i per tant els costos d'explotació de la biomassa.

La densitat en verd de la gran majoria d'espècies forestals que trobem a Catalunya es situa al voltant d'1 t/m³ (mínim de 0,7 t/m³ per l'avet Douglas fins a un màxim de 1,3 t/m³ per a l'alzina). No obstant una variable més important que la pròpia densitat és el pes d'un esteri, que correspon al pes de la fusta que hi ha en un metre cúbic aparent.

Aquest pes dependrà del coeficient d'apilonament, és a dir, de la capacitat del material per adaptar-se a la forma de l'esteri, i per tant pot ser variable per a cada espècie. En la següent taula es mostren valors de referència per algunes de les principals espècies forestals de la zona.

Taula 4. Pes d'un esteri de les principals espècies forestals amb una humitat del 20% en base seca		
Grup	Espècie	Pes d'un esteri (kg)
Coníferes	<i>Pinus sylvestris</i>	342-451
	<i>Pinus pinaster</i>	295-580
	<i>Pinus nigra</i>	292
	<i>Pinus halepensis</i>	234-520
	<i>Pinus radiata</i>	336
	<i>Pinus pinea</i>	580-620
Frandoses	<i>Fagus sylvatica</i>	650
	<i>Quercus ilex</i>	448-580
	<i>Eucalyptus globulus</i>	375
FONT: Marcos Martín, 2001.		

Taula 7.2: Pes d'un esteri, Font: Consell Comarcal

Com és lògic quan més baix és el pes d'un esteri, més ineficient és el transport del material i per tant més costos econòmics hi haurà al treure biomassa del bosc. En el cas de Bellver de Cerdanya utilitzaríem principalment *Pinus sylvestris* de manera que estaríem en uns valors del tot correctes.

- Humitat

La humitat influeix en el poder calorífic del material. Si la fusta està humida, una part del calor generat en la combustió es gasta en assecar la fusta, pel que la quantitat de calor útil serà menor que si el material està totalment sec. A més, a major humitat, menor pes sec del material i per tant menor capacitat de generar calor.

S'ha de tenir en compte que quan es transporta material humit, en realitat s'està transportant un pes d'aigua inútil que no genera calor, i en conseqüència s'incorre en una ineficiència que disminueix el rendiment econòmic. Les calderes tenen un límit d'acceptació de percentatge màxim d'humitat. En calderes d'estella forestal aquest límit és habitualment del 30%, encara que alguns equips de gran potència poden arribar a tolerar fins a un 50% d'humitat.

- Percentatge d'escorça

L'escorça té composició i propietats diferents de la fusta, i presenta un poder calorífic més alt i un percentatge de cendres també superior a la fusta. La quantitat d'escorça és diferent segons la zona del tronc (a les parts baixes l'escorça sol ser més gruixuda) i, sobretot, de l'espècie (per exemple el pi marítim té una escorça molt gruixuda mentre que el faig o el pollancre la tenen molt prima).

7.3.2 Característiques químiques

La biomassa forestal té la següent composició química:

Taula 5. Anàlisi elemental de la fusta i l'escorça de coníferes i frondoses						
Anàlisi elemental (% pes sec)						
Biomassa	C	H	O	N	S	Cl
Coníferes (fusta)	52,9	6,3	39,7	0,1	< 0,04	< 0,05
Coníferes (escorça)	53,1	5,9	37,9	0,2	< 0,04	< 0,05
Frondoses (fusta)	50,8	6,4	41,8	0,4	< 0,04	< 0,05
Frondoses (escorça)	51,2	6,0	37,9	0,4	< 0,04	< 0,05

FONT: Safizadeh, 1982

Taula 7.3: Anàlisi elemental de la biomassa, Font: Consell Comarcal

Hi ha lleugeres diferències en el contingut de carboni, d'hidrogen i d'oxigen segons es tracti de fusta o d'escorça, tot i que aquestes diferències són mínimes. Com es pot comprovar la biomassa forestal té un contingut de sofre i nitrogen molt baix, així com un contingut de clor també molt baix, la qual cosa fa que hi hagi menys problemes de corrosió i de formació de dioxines.

Les fulles, flors i fruits tenen majors percentatges de sofre, nitrogen i altres elements que la llenya, però no suposen material realment aprofitable per biomassa, pel poc volum que ocupen i les dificultats de transport. Es comprova que la fusta i l'escorça estan constituïdes bàsicament per carboni i oxigen (més del 90 % de la composició).

Aquests elements formen compostos molt complexes: La cel·lulosa, constitueix entre el 40 i el 50 % de la fusta i fa d'estructura de suport a la cèl·lula; L'hemicel·lulosa, constitueix entre el 15 i el 35 % de la fusta i la lignina, molècula molt complexa que representa un 20-35 % i que serveix per donar rigidesa a les parets cel·lulars.

○ Nivell de cendres

Els nivells de cendres per a la biomassa forestal solen estar entre el 0,3 i 1% (en base seca), és dir, es tracta de valors baixos que garanteixen pocs problemes en la combustió, poca necessitat de retirada de cendres i baix nivell d'alcalins per unitat de biomassa.

○ Poder calorífic

És una característica química molt important ja que defineix la quantitat de calor que es pot generar de la combustió d'un quilogram de biomassa. A la següent taula es mostra el poder calorífic de les principals espècies de Catalunya:

Poder calorífic inferior (PCI) de les principals espècies forestals (al 20-25% d'humitat en b.s en kcal/kg)	
Espècie	PCI_h (kcal/kg)
Coníferes	
<i>Pinus pinea</i>	3752
<i>Pinus nigra</i>	3698
<i>Pinus pinaster</i>	3656-3680
<i>Pinus sylvestris</i>	3436-3768
<i>Pinus halepensis</i>	3613
<i>Pinus radiata</i>	3519
Frondoses	
<i>Quercus suber</i>	3712
<i>Quercus ilex</i>	3682-3652
<i>Castanea sativa</i>	3584
<i>Quercus petraea</i>	3491
<i>Fagus sylvatica</i>	3455-3539
<i>Eucalyptus globulus</i>	3386-3621
<i>Populus nigra</i>	3347-3473
FONT: Marcos, 2001 i F. Abertis, 2005	

Taula 7.4: Poder calorífic, Font: Consell comarcal

L'estella que procedeix d'aprofitaments forestals és un combustible natural amb una baixa densitat però amb una superfície específica superior a la de la llenya, per la qual cosa el temps d'inici de la combustió és inferior.

A mesura que el seu contingut en humitat es redueix, lògicament augmenta el seu poder calorífic.

L'aprofitament energètic de l'estella es pot fer directament en calderes individuals o centralitzades –tant de tipus domèstic com industrial-, o esmicolant-la prèviament per a obtenir un combustible més fi quan s'ha de fer servir en cremadors industrials que necessiten injectors, per exemple.

En general, la millor estella per a aquest ús és la que aporta tot el seu poder calorífic i té una humitat baixa, que no col·lapsa els sistemes d'alimentació i que no genera emissions contaminants pel seu contingut en impureses. Actualment, no hi ha cap llei que obligui a comercialitzar estella amb aquestes característiques, per la qual cosa produir estella de bona qualitat depèn de la voluntat del productor.

A l'hora de plantejar l'aprofitament de l'estella, cal tenir en compte una sèrie de condicionants que influeixen sobre el seu potencial energètic: tipus de fusta -espècie d'arbre-, humitat, temps d'emmagatzematge, impureses, granulometria i percentatge màxim de cendres. La humitat és el factor més crític perquè també influeix sobre el pes de la fusta i, per tant, sobre el preu. Quanta més humitat conté la fusta, menys matèria seca hi ha per unitat de massa i menor és la calor subministrada; la quantitat d'aigua que cal evaporar també és més gran i la quantitat de calor aprofitable és més petita.

- Contingut en fins

Tal com passa amb el contingut en cendres, el contingut en fins és un paràmetre determinant en calderes i estufes d'alta eficiència que treballin amb combustible de qualitat elevada.

Els continguts alts en pols afecten la combustió perquè les partícules petites i disgregades cremen més ràpidament en tenir un major contacte amb el carburant.

Això també fa augmentar el risc d'explosió, ja que la caldera pot vaporitzar ràpidament i arribar a concentracions explosives de gasos combustibles.

8. Antecedents

8.1 Antecedents mundials i europeus

A nivell mundial cal destacar que tant a Estats Units com a Canadà (i també en certs llocs del nord de Europa) els podem considerar els “pioners” pel que fa a la instal·lació de calderes de biomassa. En aquest cas els antecedents es centren principalment en casos com el proposat en aquest projecte. Les primeres calderes de biomassa van aparèixer a finals del segle XX.

Exemple similars al que volem dur a terme a Bellver de Cerdanya els podem trobar a Canadà on Natural Resources Canada – CANMET Energy Diversification Research Laboratory (CEDRL) van realitzar un estudi sobre sis comunitats del nord d'aquest país per tal d'analitzar i determinar la viabilitat tècnica i econòmica dels sistemes de combustió de la biomassa en comunitats amb edificis de veïns i edificis de grans dimensions. Aquest estudi data de 1998.



Figura 8.1: Logotip de CANMET

A Europa la biomassa s'utilitza principalment per a usos tèrmics, Suècia per exemple cobreix més de la meitat de les seves necessitats calorífiques amb biomassa. Però en general podem dir que aquesta font d'energia renovable està força en desús. Això pot ser degut a que es consideri que la biomassa (llenya), sigui un recurs ja superat; no disposem de sistemes de calefacció urbana; i el consum unitari de calefacció és relativament baix.

Diverses circumstàncies actuals han fet que s'animi aquest sector, com per exemple la pujada del cost de la calefacció (provocat per l'augment del gasoil i del gas en menor mesura, el elevadíssim i creixent dèficit exterior, i el incompliment del Protocol de Kyoto.

A l'any 2005 França encapçalava la producció de biomassa a nivell europeu amb 9180 ktep, seguit de diversos països escandinaus on, per exemple, a Finlàndia es cobreix amb biomassa un 50% de les seves necessitats calorífiques i un 20 % del consum d'energia primari. Tot i això va ser impossible complir els objectius establerts en el Llibre Blanc de les Energies Renovables de la Unió Europea, fixats en 100.000 ktep pel 2010 (es va arribar a uns 80.000 ktep). Per posar un exemple de la situació espanyola, mentre a Suècia a l'any 2001 es van produir 750.000 tones de pèl·let, a Espanya tant sols es va arribar a 60.000 tones.

Actualment a Europa 5 països aporten el 56,7% de la energia primària produïda amb biomassa: França, Suècia, Alemanya, Finlàndia i Polònia. A Àustria s'ha passat de 28.000 instal·lacions de menys de 100 kW al 2004 a 47.000 al 2006.

8.2 Antecedents estatals

A Espanya trobem un cas de calefacció i acs per a una comunitat de veïns al Passeig de la Havana de Madrid. El projecte es va dur a terme el 2003-2004, i tot i que en un primer moment utilitzaven pinyols d'oliva, van passar-se a l'estella per motius econòmics. Consta de dues calderes: una de 465 kW per a calefacció i una altra de més petita, de 115 kW, per a aigua calenta sanitària. Van aprofitar l'espai que va quedar buit, abans ocupat per una antiga sala de calderes de carbó, per posar-hi les calderes i la sitja. S'estalvien uns 7.000 euros anuals respecte als antics costos amb carbó.

Sistemes de distric heating també són presents a nivell estatal. A Cuéllar (Segovia) l'ajuntament va decidir fer cas a un estudi presentat per l'IDAE als anys noranta, on es defensava que aquesta població de 9.200 habitants era un dels llocs més adequats del país per realitzar una xarxa de calefacció centralitzada. Aquest poble està envoltat per una important massa forestal (el 50% d'aquest està envoltat de pi negre).



El projecte estava destinat a un barri construït als anys 70, amb blocs de pisos, un centre escolar, un poliesportiu cobert i un centre cultural. Tots aquests edificis tenien calefacció de gasoil C i unes elevadíssimes pèrdues energètiques, degut als aïllaments inadequats.

Figura 8.2: Planta biomassa a Cuéllar

Es va decidir instal·lar dues calderes: una de 4.500.000 kcal/h (caldera d'hivern), i una de 600.000 kcal/h (caldera d'estiu per a acs). El consum de biomassa provinent de residus forestals és aproximadament d'unes 2.100 tones/any.

8.3 Antecedents autonòmics

A nivell català també trobem algun exemple de distric heating, com pot ser el cas de Molins de Rei, al barri de la Granja. En aquest barri hi trobem 695 pisos i el projecte, que es va promoure des de 1997, finalment va començar a funcionar el 2001.

En aquest cas la matèria prima són les pinyes triturades (un cop estrets els pinyons), biomassa provinent de la gestió forestal, biomassa provinent de la gestió forestal, etc.

El sistema consta de tres elements bàsics:

- Central de generació de calor. Aquí s'ubiquen el magatzem de la biomassa, les calderes per a la seva combustió, els dipòsits d'acumulació de calor, l'equip de bombeig i les calderes d'emergència de gas natural.
- Xarxa de distribució de calor. Formada per una xarxa de canonades aïllades de 4.734 metres que transmeten l'energia als usuaris a través d'aigua calenta a una temperatura entre 80 i 90 °C. la distància entre la central i el barri és d'uns 800 metres.
- Mòduls d'intercanvi de calor individuals. Aquests mòduls permeten transferir la calor de l'aigua escalfada a la central, per al seu ús d'acs o calefacció. Mitjançant controladors de calor individuals es controla i es factura el calor subministrat a cada vivenda.

La potència instal·lada consta d'una caldera de 2.250 kW i dues calderes de gas de 817 kW d'ajuda en casos excepcionals. Al 2006 es va ampliar la potència de biomassa amb una nova caldera de 2.000 kW.



Figura 8.3: Sistema de calderes a Molins

S'abasteixen unes 2.000 persones, implica un consum de biomassa entre 2.300 i 2.500 tones/any, amb una producció de calor entre 6.500 i 7.000 MWh/any, substituint unes 800 tones equivalents de petroli al any per biomassa i evitant l'emissió de 1.900 tones de CO₂, amb una inversió total de 2.132.000 €.

 Calderes d'estella instal·lades en equipaments municipals (2009)			
Tipus d'instal·lació	Municipi	Comarca	Potència kW
Pavelló esportiu	Alp	Cerdanya	150
Escola	Alp	Cerdanya	250
Pavelló esportiu	Arbúcies	Selva	150
Ajuntament i casal d'avis	Argençola	Anoia	90
Oficina DMAH	Bellver	Cerdanya	50
Pavelló, piscina, escola	Bellver	Cerdanya	150
Escola bressol	Canet de Falç (Fonollosa)	Bages	42
CAP, escola bressol	Castellfollit del Boix	Bages	90
Escola bressol	Esterrí d'Àneu	Pallars	30
Ajuntament	Lluçà	Osona	100
Institut, pavelló	Olost	Osona	250
Escola, casal	Planoles	Ripollès	100
Escola bressol	Sant Cebrià de Vallalta	Maresme	150
Pavelló esportiu	Sant Antoni Vilamajor	Vallès Oriental	60
Pavelló esportiu	Sant Guim de Freixenet	Segarra	400
Pavelló esportiu	Sant Joan de Vilatorrada	Bages	250
CTFC	Solsona	Solsones	350
Deixalleria	Sort	Pallars	25
Piscina	Torelló	Osona	2x250
Centre cívic	Vallfogona del Ripollès	Ripollès	50
Pavelló esportiu	Sant Cebrià de Vallalta	Maresme	220
TOTAL			3.017 kW
Font: Institut Català d'Energia. Centre de la Propietat Forestal de Catalunya.			

Taula 8.1: Calderes d'estella instal·lades en equipaments municipals, Font: Consell Comarcal

Com es pot veure en l'anterior taula, el municipi d'Alp, juntament amb Bellver és un dels principals impulsors de les calderes de biomassa a la Cerdanya. Aquest fet és bastant curiós ja que en un primer moment les calderes no anaven destinades a el poble d'Alp.

Tot comença a l'any 2003, quan el Departament de Medi Ambient i Habitatge, conscient de la necessitat de gestionar el bosc i la seva biomassa, organitza conjuntament amb el Consell Comarcal de la Cerdanya i l'Institut Català de l'Energia, una jornada de camp per a què responsables de tots els ajuntaments de la comarca coneguin un treball de millora forestal relacionat amb l'aprofitament energètic al bosc de Guils de Cerdanya i les experiències dels pobles veïns francesos que estan utilitzant la biomassa tractada per a calefacció de districte (circuit d'aigua calenta per a barris sencers), de comunitats de veïns o instal·lacions municipals.

La intenció era clara: en la línia de foment d'energies alternatives i de valoritzar els productes forestals, recolzar els ajuntaments que són propietaris forestals i, alhora, consumidors importants de calor per endegar projectes de substitució de combustibles fòssils per combustibles forestals; aprofitant el lideratge i l'efecte exemplar dels ajuntaments en vers la societat civil ceretana.

Dos ajuntaments decideixen emprendre la substitució dels seus sistemes de calefacció: Lles i Alp. I amb ells, tot el suport tècnic i econòmic de les Conselleries de Medi Ambient i Habitatge i Economia i Finances: es tracta de l'incí d'experiències al Pirineu que han de portar exemple a la resta de municipis i a la generalització d'aquest ús, igual que als Alps, països nòrdics, part del Pirineu francès, etc.

Lles és el nucli més important d'un terme molt extens que només compta amb 237 habitants, i que es redueixen inexorablement a raó de 10 habitants per any, amb una població activa majoritàriament agrícola i una proporció de majors de 65 anys del 29%.

El seu bosc (la muntanya de Lles) ha acumulat les darreres dècades 17.900 m³ de fusta seca, i té una possibilitat de 2.742 m³/any (encara que creix 4.400 m³/any).

El seu projecte era crear una xarxa de calor que en tres fases recorregués tot el nucli de Lles. Inicialment podia escalfar l'Ajuntament, l'escola, un hotel i els particulars que voluntàriament es volguessin connectar al llarg d'un carrer. La caldera projectada era de 300 kw i es calculava una necessitat de fusta de 300 m³ de fusta (poc més del 10% de la possibilitat).

Aquest producte es cobria sobradament a partir de la fracció de trituració de la subhasta anual de la seva forest, a un cost actualitzat de 22 €/m³ de fusta en roll posada en carregador. Creava a més, un lloc de treball inicialment i un major nombre posteriorment (per a l'execució directa d'aclarides de millora subvencionades, generació i maneig d'estella).

Alp compta amb 1.400 habitants i el seu nombre creix lentament. La població activa agrària representa menys del 3% i el terme municipal es selvatitza, arribant el bosc a les mateixes portes del poble. És un municipi declarat d'alt risc d'incendi.

La seva propietat forestal declarada d'utilitat pública és de 1.137 ha, a més de 300 ha de bosc comunal. La possibilitat de la primera és de 1.834 m³/any més 259 m³/any de primeres aclarides.

El seu projecte era escalfar un gran poliesportiu-saló de congressos en una primera fase, escoles i parvulari en una segona, casino-teatre i ajuntament, en una tercera.



La caldera projectada per a la primera fase és de 150 kw i consumeix 150 m³ de fusta/any. Disposa de brigada de treballadors forestals municipals per preparar la biomassa a partir d'aclarides de millores subvencionades.

Figura 8.4: Brigada de treballadors a Alp

El poble de Lles no va ser informat suficientment ni consultat d'aquesta actuació per part del seu principal responsable polític; amb anterioritat ja s'havia entrat en una dinàmica de clar enfrontament d'un sector de la ciutadania amb l'alcalde i el projecte va ser l'espoleta. L'episodi va acabar amb la dimissió de l'alcalde, la paralització del projecte i l'anul·lació dels expedients de subvenció.

El poble d'Alp actualment ha preparat tota la cadena de producció de generació i processat de combustible forestal (des de la brigada forestal, magatzem i transports), instal·lat la caldera de biomassa al poliesportiu (fase 1) i ha aprofitat la caldera que, inicialment, el DMAH havia llogat durant una temporada per a l'ús de Lles. Aquesta, s'ha instal·lat a l'escola del poble i funciona amb uns excel·lents resultats.



Figura 8.5: Caldera a l'escola d'Alp

Amb un productor/consumidor de combustible consolidat a la Cerdanya, s'ha iniciat per part de la Direcció General de Medi Natural, una campanya per donar a conèixer aquesta energia alternativa a hotels, comunitats de veïns, instal·lacions públiques municipals i de la Generalitat, etc.

Sens dubte, ens trobem davant d'un moment clau a on podem seguir tement la inexorable pèrdua de treballadors forestals, progressió de boscos abandonats i usos cada cop més limitats, o prenem la decisió d'apostar per l'ús energètic racional de les nostres masses planificades i lluitar pel manteniment dels tradicionals, entrant així en una dinàmica de millora, transformació i bon ús del medi natural de la Cerdanya.

El treball de dinamització de l'ús energètic a la Cerdanya s'ha realitzat amb el suport del programa europeu 5EURES i la participació del Centre Tecnològic Forestal de Catalunya.

8.4 Antecedents a Bellver

A l'hora d'escollir aquest poble per a ser protagonista d'aquest projecte, ha estat bàsic ser coneixedor del projecte anterior de *district heating* de Bellver de Cerdanya dona un servei de calefacció i aigua calenta en una primera fase duta ja a terme al complex esportiu, piscina, guarderia, escola existent i ampliació i centre cívic, i en una possible futura segona fase a la residència geriàtrica, com posterior també a les vivendes de nova construcció.

El projecte utilitza la biomassa provinent del bosc públic de 50Km² que cal mantenir i gestionar, el que ens indica que la procedència de la matèria prima són les neteges forestals, tot i que també es preveu que en un augment de demanda es compri el residu provinent de la serradora del propi municipi o d'altres municipis de la comarca. Apart, cal remarcar que el projecte ha generat de forma directe un lloc de treball fix, i 10 de forma indirecte. La primera fase duta ja terme, dona servei de calefacció al complex esportiu, piscina, guarderia, l'escola existent i la seva ampliació i centre cívic.



Figura 8.6: Antecedents a Bellver, Font: elaboració pròpia

ESTAT ACTUAL 1ª FASE	unitats	m²	W/m²	pot. Total kW	consum total Kwh	consum anual l. gasoil	hores op.
complex esportiu		814		192	121560	12000,00	633,13
piscina				100	80000	7897,33	800,00
guarderia		262		58	85550	8445,21	1475,00
escola existent		1531		150	222860	22000,00	1485,73
centre civíc		1647		267,7	214160	21141,16	800,00
escola ampliació		1500	100	150	221250	21841,07	1475,00
TOTAL				917,7	945380	93324,77789	1475

Taula 8.2: Estat del *District heating* previ a Bellver, Font: Ajuntament

Els sistema de producció consta de dues calderes de 500KW i 220 KW respectivament de potència que utilitza estelles com a combustible, un silo de 56m³ de capacitat que permeten una autonomia de 9 dies, i dos dipòsits d'aigua calenta de 8000L cadascun, cosa que tot plegat permet distribuir aigua calenta a 90°C, utilitzant un sistema d'encesa i apagada totalment automatitzat.



Figura 8.7: Sistema de calderes de Bellver

El model de calderes Fröling utilitzat en el district heating de Bellver de Cerdanya. Pel que fa el sistema de distribució que permet distribuir aigua a 90°C que és retornada a una temperatura de 60°C, es dur a terme mitjançant canonades pre-aïllades d'acer, homologades per a tal funció, les quals van soterrades a una fondària mitja d'un metre. Apart, la xarxa disposa de tot de claus de tall en l'inici i final dels diferents ramals per tal de poder sectoritzar la xarxa en cas de necessitat. També cal destacar que cada subestació disposa d'un comptador de calories.

Pel que fa la obra civil duta a terme destinada a la construcció de la sala de calderes i diferents subestacions, també va caldre modificar la potència del quadre de piscina per tal de permetre l'electrificació de la sala de calderes, tot i que no caldre modificar el cablejat ja existent.

Pel que fa el cost econòmic del projecte, aquest va tindre un pressupost de 296.000€ amb uns costos d'explotació del primer any de 15.943,70€, tot i que es preveu que amb el període de 6 anys serà recuperada la Inversió gràcies a la diferència entre el preu del gasoil i el de la biomassa estella.

	Poder calorífic	Preu Kg o L (€)	Preu KWh (€)	Preu KWh produït (€)
Gasoil calefacció	10,13	0,6	0,059	0,11
Biomassa estella	3,6	0,067	0,019	0,062

Taula 8.3: Dades dels antecedents a Bellver, Font: Ajuntament

	Kg/any o L/any	Cost total/any (€)	Cost ponderat anual en 20 anys de funcionament	Estalvi respecte al gasoil 2009	Estalvi respecte el gasoil promig 20 anys
Gasoil calefacció	60184	36110.40	64.177.18	0.00	0.00
Biomassa estella	178264	11943.71	33.820.67	24166.69	30356.51

Taula 8.4: Estalvi a Bellver dels antecedents, Font: Ajuntament

El principal motiu pel que es va apostar en el seu moment per la biomassa resulta obvi: Bellver és el poble amb més bosc públic de tota la Cerdanya, si projectes anteriors com els de Lles o Alp havien funcionat era relativament fàcil decidir-se per aquesta alternativa. Un altre punt a favor era la proximitat de totes les instal·lacions (tal i com es pot veure a la fotografia anterior), de manera que la despesa pel que fa als tubs que s'utilitzen en aquests casos es minimitzés (són una despesa important ja que estan fabricats d'uns materials especials que fan que tant sols es perdi 1°C per Km).

El fet d'utilitzar dues calderes també va ser un encert, ja que a l'estiu tant sols necessiten encendre la de 220 Kw, mentre que al mesos d'hivern tornen a engegar la de 550 Kw per escalfar una superfície d'uns 8000 m², però en cas que fallés sempre podrien ajudar-se de la de 220 Kw, produint ambdues 945.380 kWh/any. Evidentment uns dels factors importants a l'hora de decidir-se van ser el econòmic i el ecològic. Apostant per la biomassa Bellver s'estalvia 93.285 litres de gasoil a l'any, consumint tant sols 276 tones de biomassa. Pel que fa al estalvi d'emissions de CO₂ és de 243.978 Kg anuals.



Figura 8.8: Tubs d'aigua en direcció a la piscina

Com qualsevol projecte el primer any és difícil i van trobar alguns errors que amb els temps han anat eliminant, com per exemple que els forats per on es posava l'estella als silos era massa petit i no encaixava amb la caixa del camió, com es pot veure a la fotografia següent ja ho han arreglat.

9. Normativa

En aquest apartat faré una breu descripció de tota la normativa que pot estar relacionada amb aquest projecte. Per tal de fer-ho més esquemàtic s'ha decidit distribuir-ho en diversos nivells i segons la seva temàtica:

9.1 Normativa europea

Aquest apartat es centra en les diverses figures jurídiques destinades a la protecció d'espais geogràfics, ja que hi són presents en part del bosc municipal. Pel que fa a potenciació de les energies renovables (en especial la biomassa) i les diverses subvencions disponibles, s'ha arribat a la conclusió que era millor tractar tant sols aquelles normatives de nivell estatal i autonòmic, ja que són únicament les que afecten al poble.

Una és la Directiva 92/43/CEE coneguda també com a la directiva d'Hàbitats i amb una importància cabdal per la seva gran aplicació en tot el territori de la UE. Aquesta, també conté la Directiva 79/409/CEE, coneguda com a Directiva Aus. Posteriorment es van realitzar algunes modificacions a aquesta normativa amb la Directiva 97/62/CEE per a adaptar-la al pas del temps. La principal característica d'interès per al projecte és que aquesta darrera contempla la creació de la Xarxa Natura 2000 i de les ZEPA, presents a Bellver de Cerdanya.

Aquestes figures de protecció condicionen indirectament l'extracció de biomassa ja que la seva principal finalitat és la de preservar els espais naturals per tal de conservar-ne la biodiversitat.

9.2 Normativa estatal i autonòmica referent al bosc

Per fer aquest apartat més comprensiu s'han agrupat els diversos usos en tres grans categories (en apartats futurs s'utilitzaran aquesta mateixa divisió):

9.2.1 Producció

Aprofitament de fusta i llenya:

Estatel	<ul style="list-style-type: none">- Llei 8 de juny de 1957 de forests (BOE de 10 de juny de 1957) (derogada)- Decret 485/1962, de 27 de febrer, que aprova el <i>Reglamento de la Ley de Montes</i> (BOE de 12 de març de 1962)- Llei de Foment a la Producció Forestal, 4 de gener de 1977- Decret 16887/1972 de 15 de juny, (BOE núm. 160, 05-07-1972)- Llei 43/2003, de 21 de novembre, de forests (BOE núm 280, 22-11-2003)
---------	---

Autonòmica	<ul style="list-style-type: none"> - Llei 6/1988, de 30 de març, forestal de Catalunya (DOGC nº 1927, 15-04-1998) - Ordre de 16-07-1991 i circular 6/1989 de la Direcció General del Medi Natural - Decret legislatiu 10/1994, 26 de juliol de 1994 - Decret 64/1995, de 7 de març, pel qual s'estableixen mesures de prevenció d'incendis forestals - Ordre MAB/394/2003 (DOGC núm 3981, 6-10-2003)
------------	---

Pel que fa a l'aprofitament de bolets trobem a nivell estatal les *Normas de calidad para setas comestibles con destino al mercado interior* (BOE 17 de març de 1984).

Aprofitament mel·lífer:

Estat	<ul style="list-style-type: none"> - Ley de Epizotias de 20 diciembre 1952 (BOE 23 diciembre 1952) - Orden del Ministerio de Agricultura de 9 diciembre 1975 (BOE 19 diciembre 1975)
Autonòmica	<ul style="list-style-type: none"> - Decret 221/1983, de 9 de juny, sobre regulació de l'activitat apícola (DOGC núm. 340 de 29 de juny 1983) - Ordre de 6 febrer 1985, (DOGC núm. 523, 22 març 1985) - Decret 377/1986, de 18 de desembre, pel qual es modifica la normativa anterior - Ordre de 19 de febrer de 1987, pla de lluita contra la varroasi - Decret 110/2003, de 15 d'abril, pel qual es declara espècie d'interès especial l'abella de mel a Catalunya (DOGC núm. 3870 de 24-04-2003)

Aprofitament de fruits silvestres i de plantes aromàtiques i medicinals:

Estat	<ul style="list-style-type: none"> - Llei de 8 juny de 1957 de forests (BOE 10 Juny 1957) (derogada) - Decret 485/1962, de 27 de febrer, que aprova el <i>Reglamento de la Ley de Montes</i> (BOE de 12 de març de 1962) - Consell d'Europa, nº 104 de 19 de setembre 1979. <i>Convenio relativo a la conservación de la vida silvestre y del medio natural a Europa</i>. Ratificat per l'estat espanyol el 13 maig 1986 (BOE 1 d'octubre de 1986) - Reial decret 1270/1985, de 25 de maig, <i>por el que se controla el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres</i> (BOE de 29 de juliol de 1985) - Llei 4/1989, de 27 de març, <i>de conservación de los espacios naturales, de la flora y la fauna silvestres</i> (BOE de 28 de març de 1989) - Reial decret 439/1990, de 30 de març, pel qual es regula el <i>Catálogo Nacional de Especies Amenazadas</i> - Reial 1997/1995 de 7 de desembre (BOE 28 desembre 1995), <i>por el que se establecen medidas para contribuir a garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitats naturales</i> - Ordre de 10 de març de 2000, <i>por la que se incluyen en el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas determinadas especies, subespecies y poblaciones de flora y fauna y cambian de categoría y se excluyen otras especies</i> (BOE de 24 de març de 2000) - Llei 43/2003, de 21 de novembre, de forests (BOE nú m. 280, de 22-11-2003)
-------	--

Autonòmica	<ul style="list-style-type: none"> - Ordre de 5 de novembre de 1984, sobre protecció de plantes de flora autòctona amenaçada de Catalunya - Llei 12/1985, de 13 de juny, d'espais naturals (DOGC de 28 de juny de 1985) - Ordre de 28 de novembre de 19986 que regula el verd nadalenc i protegeix el boix grèvol (DOGC de 14 de novembre de 1986) - Llei 6/1988, de 30 març, forestal de Catalunya (DOGC 19 octubre de 1988) - Decret de 14 de desembre de 1992, pel qual s'aprova el Pla d'Espais d'Interès Natural de Catalunya (DOGC de 30 de desembre de 1992)
------------	--

L'aprofitament de pastures també tindria la seva pròpia normativa, trobant a nivell estatal la Llei 3/1995, de 23 de març, de vies pecuàries (BOE núm. 71, de 24-03-95). A nivell autonòmic hi ha el Decret 17571996, de 4 de juny, pel qual es regula el desarrelament d'arbres i d'arbustos.

9.2.2 Protecció

Conservació del sòl:

Estat	<ul style="list-style-type: none"> - Llei/ 1957, de 8 de juny, Ley de Montes (BOE 10 Juny 1957) - Llei de Foment a la Producció Forestal, 4 gener 1977 - Llei del sòl, 16 juny 1976
Autonòmica	<ul style="list-style-type: none"> - Ordre de 20 de juliol de 1994 (extracció d'arbres morts a causa dels incendis forestals)

Conservació de la biodiversitat i dels equilibris ecològics:

Estat	<ul style="list-style-type: none"> - Conveni de Berna, ratificat per Espanya el 1986 (BOE 235, d'1 d'octubre de 1986) - Llei 4/1989, de 27 de març, de conservació dels espais naturals i de flora i fauna silvestres - Reial decret 439/1990, de 30 de març, pel qual es regula el Catàleg Nacional d'espècies Amenacades - Directiva Hàbitats 92/43/CEE del Consell, de 21 de maig de 1992 (Xarxa Natura 2000, LIC i ZEC) - Reial decret 1997/1995, de 7 de desembre - Directiva 97/62/CEE del Consell, de 17 d'octubre de 1997 - Ley orgànica 15/2003, de 25 de noviembre, por la que se modifica la Ley orgànica 10/1995, de 23 de noviembre, del Código Penal - Reial decret 1193/1998, de 12 de juny
-------	--

Autonòmica	<ul style="list-style-type: none"> - Llei 12/1985, de 13 de juny, d'Espais Naturals de Catalunya - Pla d'Espais d'Interès Natural (PEIN), decret 328/1992, de 14 de desembre - Ordre de 5 novembre 1984, sobre protecció de plantes de la flora autòctona amenaçada a Catalunya, annex 1 - Ordre de 28 d'octubre de 1986, per la qual es regula el verd ornamental nadalenc i es protegeix el boix grèvol - Ordre de 5 de novembre de 1984, sobre protecció de plantes de la flora autòctona amenaçada a Catalunya, annex 2 (genciana) - Decret 214/1987, de 9 de juny, sobre declaració d'arbres monumentals - Decret 120/1989, de 17 d'abril, sobre declaració d'arbres monumentals, d'interès comarcal i d'interès local - Llei 4/1989 d'infraccions contra la protecció de la flora - Decret 328/92, de 14 desembre, pel qual s'aprova el Pla d'Espais d'Interès Natural (annex 3) - Decret 148/1992, de regulació de les activitats fotogràfiques, científiques i esportives que poden afectar a la fauna salvatge
------------	---

9.2.3 Recreació i esbarjo

Pel que fa als usos recreatius i d'esbarjo, s'ha de tenir en compte que van en augment i que són un bon actiu per tal de potenciar el turisme dins del municipi i de la comarca.

Excursions i turisme:

Estat	<ul style="list-style-type: none"> - Constitució Espanyola de 1978 (article 45) - Llei 4/1989, de 27 de març, de conservació dels espais naturals i de la flora i la fauna silvestres (BOE 28 de març 1989, núm.74) - Llei orgànica 10/1995, de 23 de novembre, del Codi Penal (delictes contra el Medi Ambient) - Llei 41/1997, de 5 de novembre, sobre espais naturals protegits i protecció d'animals i plantes (BOE 266, de 06-11-97) - Llei orgànica 15/2003, de 25 de novembre, per la qual es modifica l'anterior - Llei 43/2003, de 21 de novembre, de forests
Autonòmica	<ul style="list-style-type: none"> - Estatut d'Autonomia de Catalunya de 1979 (articles 9 i 10) - Llei 6/1985, del 13 de juny, d'espais naturals (DOGC núm. 556, de 28-06-1985) - Llei 6/1988, de 30 de març, forestal de Catalunya - Decret 328/1992, de 14 de desembre, pel qual s'aprova el Pla d'espais d'interès natural (DOGC núm. 1714, de 01-03-1993) - Decret 148/1992, de regulació de les activitats fotogràfiques, científiques i esportives que poden afectar a la fauna salvatge - Decret 213/1997, de 30 de juliol, de modificació del Decret 328/1992 (DOGC núm. 2448, de 05-08-1997) - Llei 9/1995, de 27 de juliol, de regulació de l'accés motoritzat al medi natural (DOGC núm. 2082 de 02-08-1995) - Decret 166/1998, de 8 de juliol, de regulació de l'accés motoritzat al medi natural (DOGC núm. 2680, de 14-07-1998) - Decret 56/2003, de regulació de les activitats físico-esportives en el medi natural

Caça i pesca:

Estat	<ul style="list-style-type: none"> - Llei orgànica 10/1995, de 23 de novembre, del Codi Penal - Llei 1/1970, de 4 d'abril, de caça (BOE núm. 82 de 06-04-1970) - Decret 506/1971, de 25 de març que aprova el Reglament (BOE núm. 76 de 30-03-1971) - Llei 37/1966, de 31 de maig, sobre creació de reserves nacionals de caça (BOE núm. 131 de 02-06-1966) - Decret 2612/1974, de 9 d'agost, pel qual se reglamenta el funcionament de les reserves nacionals de caça (BOE núm. 223, de 17-12-1974) - Ordre de 17 de desembre de 1973 per la qual se regula l'exercici de la caça en les reserves i els cotos nacionals (BOE núm. 305, de 21-12-1973) - Ordre de 29 de novembre de 1977 per la qual es reglamenta la caça selectiva en les reserves i cotos nacionals (BOE núm. 297, de 13-12-1977) - Reial decret 137/1993, de 29 de gener (BOE 05-03-1993), pel qual s'aprova el reglament d'armes, modificat pel Reial decret 540/1994, de 25 de març i pel Reial decret 316/2000, de 3 de març - Reial decret 63/1994, de 21 de gener, pel qual s'aprova el Reglament de l'assegurança de responsabilitat civil del caçador, de subscripció obligatòria (BOE núm. 40, de 16-02-1994) - Llei 4/1989, de 27 de març, de conservació dels espais naturals i de la flora i fauna silvestres (BOE núm. 74, de 28-03-1989) i modificacions posteriors. - Reial decret 1095/1989, de 8 de setembre, pel qual es declaren les espècies objecte de caça i pesca i s'estableixen normes per la seva protecció (BOE núm. 218, de 12-09-1989) (derogada a Catalunya quant a la relació d'espècies) - Reial decret 118/1989, de 15 de setembre, pel qual es determinen les espècies objecte de caça i pesca comercials i es dicten normes al respecte (BOE núm. 224, de 19-09-1989) - Reial decret 439/1990, de 30 de març, pel qual es regula el Catàleg Nacional d'Espècies Amenaçades (BOE núm. 82, de 05-03-1990)
Autonòmica	<ul style="list-style-type: none"> - Ordre de 17 de juny de 1999, per la qual s'estableixen les espècies que poden ser objecte de caça a Catalunya (DOGC núm. 2922, de 02-07-1999) - Llei 12/1985, de 13 de juny, d'espais naturals (DOGC núm. 490 de 30-11-1984) - Llei 3/1988, de 4 de març, de protecció dels animals (DOGC núm. 967 de 18-03-1988) i modificacions posteriors - Llei 22/2003, de 4 de juliol, de protecció dels animals - Resolució MAH/2161/2005, de 5 de juliol, per la qual es fixen les espècies objecte d'aprofitament cinegètic, els períodes hàbils de caça i les vedes especials per la temporada 2005-2006 (DOGC núm. 4427)

9.3 Normativa de les instal·lacions de biomassa

En general, la normativa que afecta les instal·lacions de biomassa és la mateixa que afecta altres equips generadors de calor per a donar servei d'ACS i calefacció a un edifici. Aquestes són:

- Reial decret 1027/2007 de 20 de juliol, pel qual s'aprova el *Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios* (RITE) i les Instruccions tècniques corresponents (ITE).

- *Código Técnico de la Edificación* (CTE) i els seus documents bàsics (DB), especialment el d'habitabilitat i eficiència (DB-HE), en els capítols DB-HE2 (rendiment de les instal·lacions tèrmiques) i DB-HE4 (aportació solar mínima d'ACS). Per tant, aquest darrer s'ha de tenir en consideració a l'hora d'instal·lar una caldera de biomassa ja que tota la calor que consumeix l'edifici és d'origen renovable i, per tant, no és obligatori instal·lar sistemes solars tèrmics per a donar suport a la producció energètica per a escalfar ACS. Tot i així, els projectes sempre hauran de justificar que l'aportació en renovables de la instal·lació amb calderes de biomassa substitueix i compleix aquesta exigència del CTE-DB-HE4.
- Decret 21/2006, de 14 de febrer, pel qual es regula d'adopció de criteris ambientals d'ecoeficiència als edificis (DOGC 4574, 16-02-2006). Igualment que en el cas del CTE, segons l'article 4.4 d'aquest decret, el fet d'instal·lar una caldera de biomassa que produeixi aigua calenta sanitària, fa que no sigui obligatori instal·lar sistemes solars tèrmics.
- Reial decret 842/2002, de 2 d'agost, pel qual s'aprova el *Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión* (REBT), i les seves instruccions tècniques complementàries corresponents (ITC BT).
- Reial decret 2060/2008, de 12 de desembre, pel qual s'aprova el reglament d'equips a pressió i les seves instruccions tècniques complementàries corresponents.
- Les possibles ordenances municipals (es podria incentivar la instal·lació de calderes de biomassa)
- La legislació vigent pel que fa a emissions a l'atmosfera i soroll.

També existeix una normativa específica per a cada component d'una instal·lació de biomassa, però en aquest cas, això és una informació innecessària, ja que serien aspectes massa tècnics (per exemple, aspectes relacionats amb la seguretat de la instal·lació, dimensions de la sala de màquines, ventilació de la sala de calderes...).

9.4 Normativa que regula la qualitat de l'estella

Per garantir el bon funcionament d'una caldera és essencial que la qualitat del combustible es correspongui amb els requeriments d'aquesta, ja que cada model de caldera (amb el seu sistema d'alimentació) està dissenyat per un combustible amb unes especificacions determinades. En general, les calderes de petita i mitjana potència requereixen un combustible d'alta qualitat, amb importants restriccions en quant a la humitat i granulometria. Les calderes de major potència, en canvi, admeten un ventall més ampli d'aquestes variables.

L'estella se sol definir segons dues normes:

- UNE-CEN/TS 14961 (normativa espanyola) – Biocombustibles sólidos. Especificaciones y clases de combustibles
- ÖNORM 7133 (normativa austríaca)

Tot i que a les següents taules només s'indica la classificació de l'estella segons la humitat i la granulometria, aquestes normes fan referència a altres paràmetres com la densitat, el contingut en cendres i el contingut en nitrogen.

Classificació de l'estella segons les normes UNE-CEN/TS 14961 i ÖNORM 7133 i tenint en compte la granulometria:

Norma UNE-CEN/TS 14961						
	Fracció fina (màx 5%)	Fracció principal (mín. 80%)		Fracció grossa (màx 1%)		
P16	< 1 mm	3,15-16 mm		> 45 mm, totes <85 mm de longitud		
P45	< 1 mm	3,15-45 mm		> 63 mm		
P63	< 1 mm	3,15-63 mm		> 100 mm		
P100	< 1 mm	3,15-100 mm		> 200 mm		

Norma ÖNORM 7133						
	Rangs de granulometria				Valors màxims permesos	
	màx. 20%	60-100%	màx. 20%	màx. 4%	Secció màxima	Long.
G30	> 16 mm	16-2,8 mm	2,8-1 mm	< 1 mm	3 cm ²	8,5 cm
G50	>31,5 mm	31,5-5,6 mm	5,6-1 mm	< 1 mm	5 cm ²	12 cm
G100	> 63 mm	63-11,2 mm	11,2-1 mm	< 1 mm	10 cm ²	25 cm

Taula 9.1: Classificació estella segons granulometria, Font: Consell Comarcal

Classificació de l'estella segons les normes UNE-CEN/TS 14961 i ÖNORM 7133 i tenint en compte la humitat:

UNE-CEN/TS 14961		ÖNORM 7133	
M20	≤ 20%	W20	≤ 20%
M30	≤ 30%	W30	20-30%
M40	≤ 40%	W35	30-35%
M55	≤ 55%	W40	35-40%
M65	≤ 65%	W50	40-50%

Taula 9.2: Classificació estella segons humitat, Font: Consell Comarcal

9.5 Normativa municipal

En aquest cas, l'ajuntament no podria obligar als constructors a utilitzar aquest tipus de caldera, ja que ja s'ha aprovat el pla parcial. Sí que seria lògic però, que per part del municipi es faci pressió per apostar per aquesta solució, fent veure a tots els actors implicats que en sortiren beneficiats; els propietaris obtindrien energia assequible econòmicament i respectuosa amb el medi ambient, els constructors podrien oferir un producte especial i força atractiu per als possibles compradors; i el poble obtindria els diversos beneficis derivats de la gestió del bosc.

BLOC III

10. Gestió del bosc

A Bellver de Cerdanya el bosc públic propietat del municipi, representa aproximadament un 90% del total. Aquest fet inusual a nivell català és força comú a la comarca de la Cerdanya, on pobles com Guils o Lles també són propietaris de grans extensions de bosc. En aquest projecte ens centrarem tant sols en el bosc de propietat municipal, ja que així s'evita haver de tractar amb molts actors, com acostumen a ser els casos de la gestió dels boscs privats arreu de Catalunya.

També és important tenir en compte que per part de l'ajuntament s'estan realitzant molts esforços per començar a informar, entre els veïns i persones interessades en la matèria, sobre els avantatges de l'ús de la biomassa forestal per a la producció d'ACS i calefacció. En aquest sentit, el projecte tracta sobre el bosc públic municipal, perquè s'ha vist aquesta predisposició a l'ús d'energies renovables per part de l'administració local.

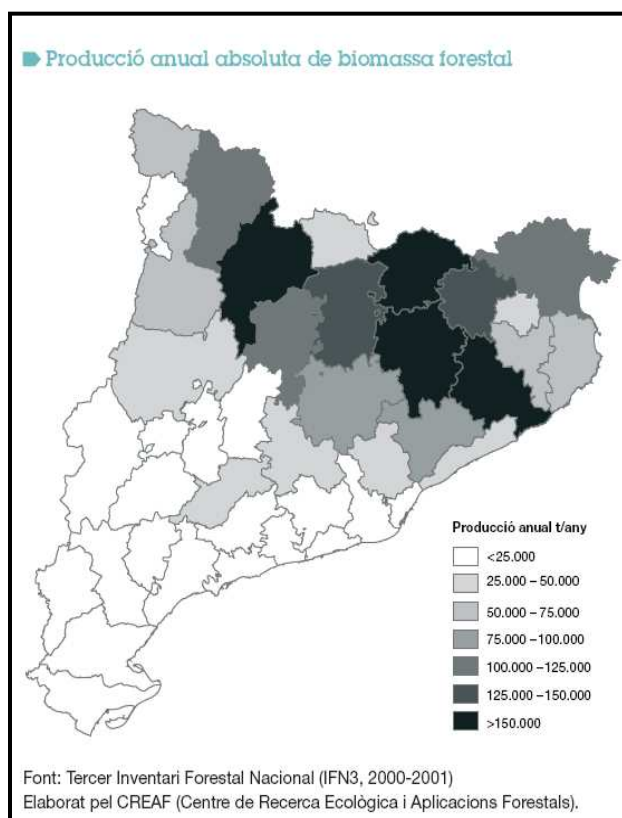
Aquesta predisposició i facilitats generades per part de l'ajuntament de Bellver de Cerdanya, i el fet de que el bosc sigui majoritàriament de propietat municipal; no són fets gaire habituals a nivell català. Per això primer s'explicarà en aquest projecte la problemàtica catalana, i tot seguit el cas particular de Bellver.

10.1 El bosc a Catalunya

La complexa estructura de la propietat forestal a Catalunya, amb un elevat nombre de propietaris privats -la major part dels quals ho són de finques petites- dificulta la creació d'associacions o agrupacions sectorials dirigides a fer un aprofitament econòmicament i energèticament rendible de la biomassa.

La situació és diferent a d'altres països (Canadà, Finlàndia, Suècia o França) o comunitats autònomes de Espanya (Astúries, Galícia i Cantàbria) on els propietaris forestals s'agrupen en cooperatives de boscos privats que ofereixen als seus socis una estructura forta i dinàmica, amb l'objectiu de donar assessorament tècnic, gestió administrativa i millorar les condicions de venda dels productes forestals, posant cada any al mercat quantitats fixes d'aquest material.

A Catalunya, en canvi, una gran part dels propietaris tenen l'activitat forestal com a ocupació secundària a la qual poder recórrer quan la seva activitat principal (majoritàriament agrícola) té dificultats per a generar una renda agrària adequada. Aquests factors provoquen sovint una explotació no adequada dels boscos catalans on prevalen els interessos econòmics sobre els silvícoles, la qual cosa repercuteix en una subexplotació dels boscos i en una gestió forestal poc sostenible.



Aquests valors corresponen a la quantitat absoluta en tones que cada any produeixen els boscos. A aquesta quantitat caldria restar-li la part que s'aprofita cada any per a llenyes o per a fusta i la part que correspon als arbres que es moren cada any i que romanen al bosc.

Les comarques que més producció tenen són l'Alt Urgell, La Selva, el Ripollès i Osona, cadascuna amb més de 150.000 tones anuals. Entre les quatre sumen gairebé 640.000 tones, és a dir, gairebé el 30% de la producció anual de Catalunya.

Figura 10.1: Producció anual biomassa forestal a Catalunya

Les comarques de la demarcació de Tarragona i les del sud de Lleida, gairebé sense excepcions, produeixen cada any menys de 25.000 tones cadascuna. Això és degut en part a la poca superfície de bosc que tenen però també a la baixa producció dels seus boscos degut principalment a l'escassa pluviometria. S'ha de tenir en compte que les quantitats de la figura es donen en pes sec (0% d'humitat).

Per sort, en el nostre cas, l'ajuntament de Bellver de Cerdanya és propietari de grans extensions de bosc públic (gairebé un 90% del bosc situat en territori municipal), de manera que no s'ha de tractar amb particulars per a l'explotació i gestió d'aquest forest.

El problema principal es troba en l'estructura mateixa del sector: hi falten treballadors, maquinària, punts de consum i de transformació de la fusta, i, en aquest sentit, s'haurien de dirigir les demandes a les administracions. No tot s'hauria d'acabar amb les ordres d'ajuts a la gestió forestal sostenible.

Les administracions haurien de treballar per evitar els conflictes de competències i facilitar al màxim la tramitació de permisos i subvencions. L'administració s'hauria de plantejar seriosament la seva política i decidir si el futur és seguir amb l'abandó progressiu d'una part molt important del territori o bé crear un sector forestal fort i capaç de fer front al repte d'aprofitar de manera eficient i continuada els recursos naturals que el bosc ens ofereix.

10.2 Diagnosi del bosc de Bellver de Cerdanya

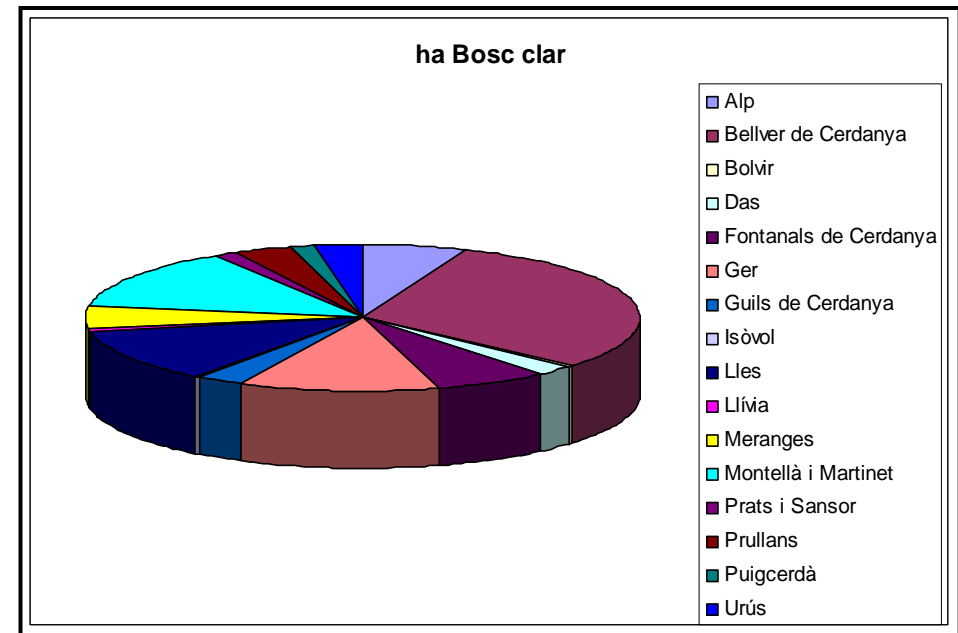
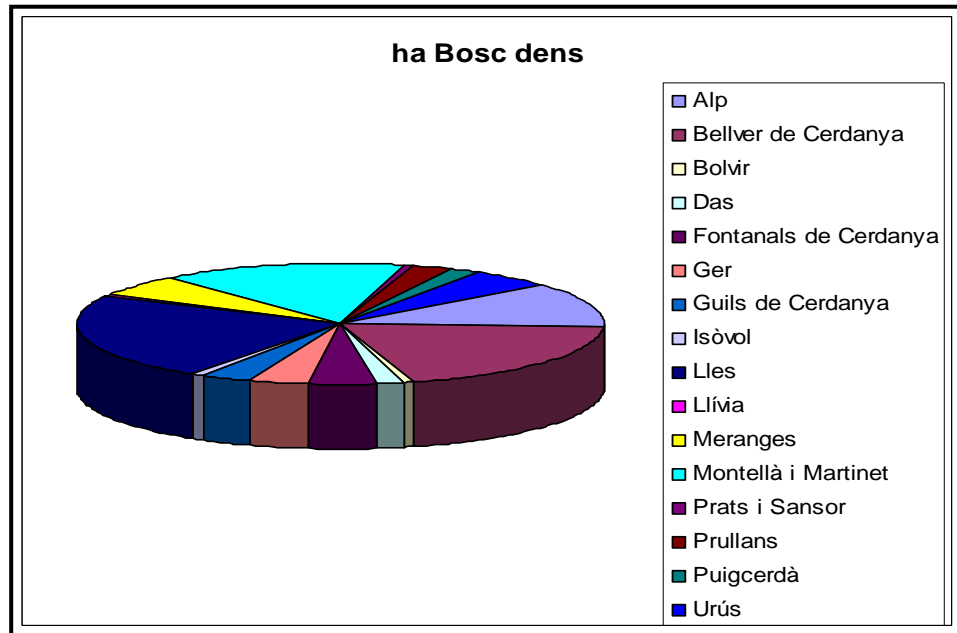
Per començar, és bàsic ser coneixedor de la quantitat de biomassa que es produeix anualment, que tipus de biomassa és, i la seva distribució a cada poble. Gràcies a l'Inventari Ecològic i Forestal de Catalunya, realitzat pel CREAM, s'han obtingut les següents dades:

Comarca	Biomassa (milers de t)					PLAT
	Aèria total	Fusta	Escorça	Branques	Fulles	milers de t/any
Cerdanya	2.226,7	1.563,1	256,1	325,5	82,0	54,5

Taula 10.1: Existències en biomassa aèria i producció: es donen els valors absoluts, en pes sec, de la biomassa de les diferents fraccions aèries i la producció llenyosa aèria total (PLAT) , Font: CREAM

Municipi	Bosc		Matollars	Prats	Altres	Improductiu		Conreus	Total (ha)
	dens	clar				natural	artificial		
Alp	52,90	1,50	13,75	19,77	0	1,18	4,64	6,26	4.425
Bellver de Cerdanya	36,04	3,01	25,66	12,00	0	1,80	1,55	19,95	10.900
Bolvir	9,89	0,17	3,15	27,20	0	0,22	9,26	50,10	1.061
Das	24,75	1,63	5,26	15,12	0	1,58	5,24	46,41	1.480
Fontanals de Cerdanya	28,07	2,49	19,48	13,11	0	0,22	3,81	32,81	2.864
Ger	22,02	3,85	15,45	37,87	0,08	3,01	1,94	15,79	3.268
Guils de Cerdanya	27,71	1,42	5,99	32,25	0,04	0,91	3,12	28,55	2.228
Isòvol	11,74	0,11	14,82	20,64	0	0,44	4,67	47,59	1.074
Lles	45,10	1,26	13,72	18,91	0,09	10,32	0,75	9,84	10.151
Llívia	11,35	0,39	9,06	12,30	0	0	4,59	62,31	1.284
Meranges	30,58	1,45	17,98	27,24	0,22	15,48	0,74	6,32	3.738
Montellà i Martinet	54,17	2,70	18,69	6,20	0	6,68	0,78	10,79	5.473
Prats i Sansor	8,34	1,64	3,16	26,55	0	0,53	8,71	51,08	964
Prullans	25,09	1,62	38,07	4,09	0	0,38	2,15	28,61	2.109
Puigcerdà	19,75	0,91	6,44	3,41	0	0,13	8,93	60,42	1.858
Urús	56,76	1,66	8,35	15,65	0	6,18	2,40	9,00	1.760
Cerdanya	36,42	1,98	16,91	17,07	0,04	4,63	2,49	20,45	54.637

Taula 10.2: Cobertes del Sòl per municipis a la Cerdanya. Els valors es donen en percentatge respecte a la superfície del municipi (última columna de la taula). Font: MCSC (vegeu el mapa de la regió forestal), Font: CREAM



ha bosc dens Bellver:
3928,4

ha bosc clar Bellver:
328,1

Producció biomassa
Bellver:

Bosc dens:
10204,5 tn/any

Bosc clar:
852,3 tn/any

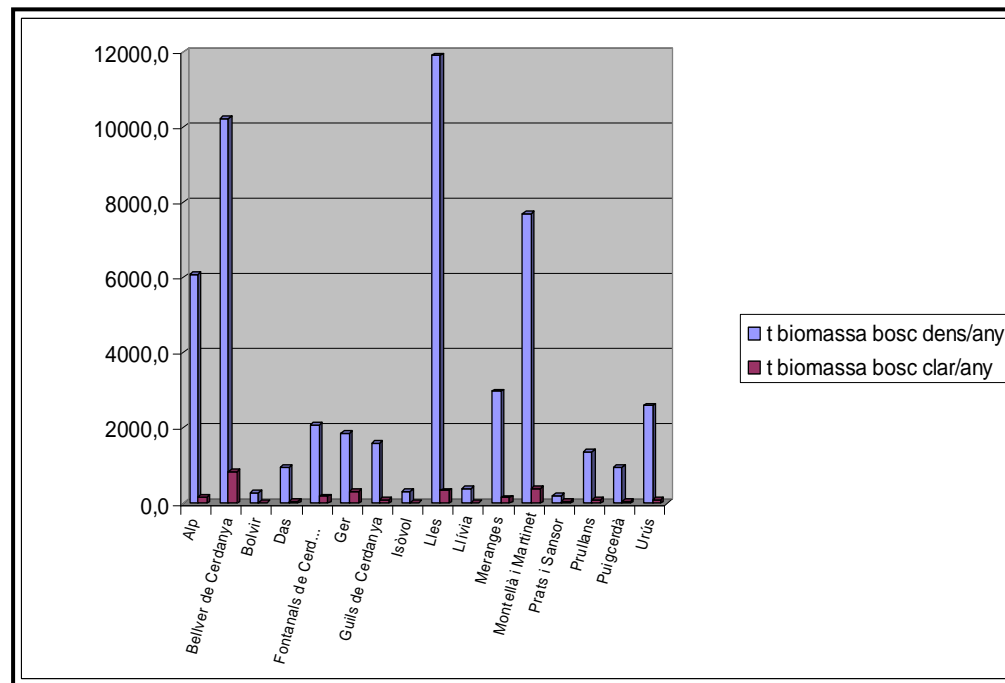


Figura 10.2: Bosc a Cerdanya

Municipi	Existències	AB	Espècie(s) principal(s)	Dens sppal	n
	(milers de peus)	(m ² /ha)		(peus/ha)	
Alp	2.254	28,1	<i>P. uncinata</i> / <i>P. sylvestris</i>	762 / 626	22
Bellver de Cerdanya	4.980	31,5	<i>Pinus sylvestris</i>	883	42
Das	720	30,5	<i>P. uncinata</i> / <i>P. sylvestris</i>	740 / 980	7
Fontanals de Cerdanya	1.581	29,8	<i>P. uncinata</i> / <i>P. sylvestris</i>	1.579 / 1.159	9
Guils de Cerdanya	1.193	30,5	<i>Pinus uncinata</i>	1.579	7
Lles	4.241	38,6	<i>Pinus uncinata</i>	976	39
Meranges	1.883	31,6	<i>Pinus uncinata</i>	1.185	15
Montellà i Martinet	3.176	30,6	<i>Pinus sylvestris</i>	957	28
Urús	1.143	23,5	<i>Pinus uncinata</i>	1.176	8
Cerdanya	23.050	31,2	<i>P. uncinata</i> / <i>P. sylvestris</i>	1.052 / 874	197

Taula 10.3: Resum per municipis a la Cerdanya. Existències és el nombre absolut de peus independentment de l'espècie. AB és el valor mitjà de l'àrea basal de totes les espècies presents. Espècie(s) principal(s) fa referència a l'espècie o les espècies dominant(s) més abundants al municipi i Dens sp ppal és la seva densitat; en el cas que n'hi hagi més d'una, els valors se separen amb un "/" i l'ordre indica la importància de cadascuna. n és el nombre d'estacions mostrejades al municipi, si és inferior a 5, no es donen els valors, Font: CEAF

10.3 Malalties, plagues i incendis

Es fa referència en el present apartat a aquells principals agents, biòtics o abiòtics, que afecten o poden afectar negativament l'estat fitosanitari de la massa forestal de Bellver de Cerdanya.

10.3.1 Vent i neu

Aquesta zona boscosa es va veure fortament afectat per les nevades de desembre de 1973, que van produir greus danys en totes les forests de la Baga del Cadí (2.492 m³ en arbres tombats). Per disminuir el risc de desarrelament o trencament d'arbres per vent o neu cal tenir masses ben conformades i variades en edats, així com evitar les situacions de forta competència que donen lloc a arbres excessivament esvelts i dèbil. També s'han de fer aclarides progressives i suaus.

10.3.2 Incendis

Una altra causa de la creixent destrucció dels boscos són les incendis forestals. Els incendis forestals suposen una regressió a fases anteriors de la successió. Després de l'incendi el bosc pot haver quedat totalment cremat o només de forma parcial. Immediatament comença la regeneració que conduirà de nou a la restauració d'un bosc de característiques similars (mai iguals) si les condicions climàtiques ho fan possible i si la degradació del sòl no ha estat extrema.

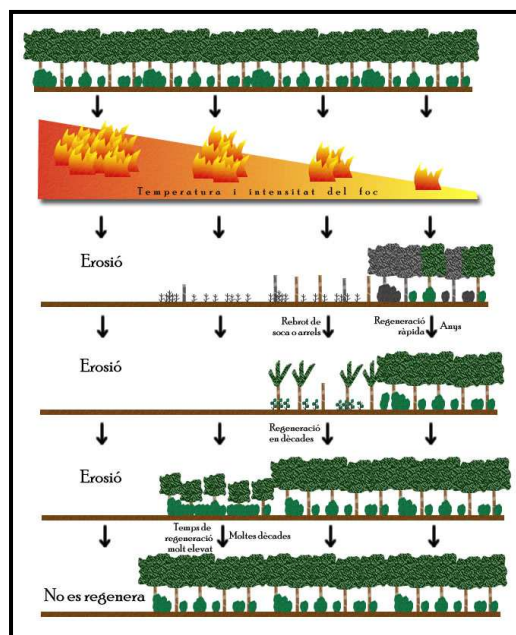


Figura 10.3: Evolució bosc després d'un incendi

Si la intensitat del foc és molt gran, els mecanismes de resistència al foc o de regeneració poden no ser suficients per la regeneració del bosc. Focs molt intensos que cremen molt intensament arriben a fer inútil l'escorça protectora de les alzines i, fins i tot, cremen les arrels d'on podrien brotar els matolls. En aquests casos el bosc pot trigar fins a cent anys a recuperar-se ja que ho haurà de fer a partir de llavors arribades de molt lluny.

La freqüència excessiva del foc també fa perillar la recuperació del bosc. A zones com la Cerdanya, el temps de retorn d'un foc en una mateixa àrea és menor de trenta anys, mentre que al és de mil anys. Les masses forestals en aquests llocs són ben diferents. Mentre el nombre d'incendis segueix una tònica ascendent, les hectàrees cremades varien molt segons els anys.

Els focs a Catalunya tenen diversos orígens:

	% de focs	Ha cremades
Accidents	11,5	37,9
Negligències	35,1	22,6
Intencionats	22	6,6
No aclarits	18,4	26,7
Revifats	2	0,2

Taula 10.4: Orígens del foc a Catalunya, Font: IDESCAT

És impossible (i potser inconvenient en alguns casos) evitar totalment els incendis a la zona mediterrània. De totes maneres, coneixent quin és el risc s'haurien de preveure totes les mesures que fessin possible la minimització dels seus efectes. També és important tenir en compte que gairebé cada estiu s'han de lamentar incendis al poble de Bellver de Cerdanya; l'últim el passat 20 de juny a la zona de Talltendre, de manera que el bosc del municipi és un autèntic magatzem de combustible, tot i el bon treball que es fa per part dels tècnics i voluntaris.

10.3.3 Processionària i Ips

A causa de la sequera patida en els darrers anys, està augmentant de forma considerable la superfície afectada per aquests insectes perforadors en tota la Baga del Cadí, concentrant-se preferiblement en les situacions més desfavorables d'estació: terrenys més pobres i pedregosos, més assolellats o on l'arbrat pateix condicions més fortes de competència (masses molt denses). No es considera necessari realitzar cap actuació per controlar les poblacions d'aquest insecte, ja que la seva presència encara no és preocupant.



Figura 10.4: Pi amb presència de processionària

10.3.4 Rovell

Aquests fongs basidiomicets (*Cronartium flaccidum* o *Peridermium pini*) afecten al pi roig i al pi blanc. El seu cycle és força complex, ja que alterna diverses generacions entre pins (hoste principal) i altres plantes (hostes alternatius). Com a hoste alternatiu més comú es troba el gènere *Vincetoxicum*, tot i que es coneixen varies plantes herbàcies, silvestres i de jardí, que realitzen la funció d'hoste (*Gentiana* sp., *Ribes* sp., *Paeonia* sp., entre d'altres). Al següent gràfic s'esquemmatitza el cycle del *Cronartium*. Val a dir que les dues espècies esmentades *Cronartium flaccidum* i *Peridermium pini* són molt difícils de distingir i, mentre que la primera necessita l'alternança amb una planta herbàcia (hoste alternatiu), la segona pot passar de pi a pi sense completar el cycle que es desenvolupa a l'hoste alternatiu.

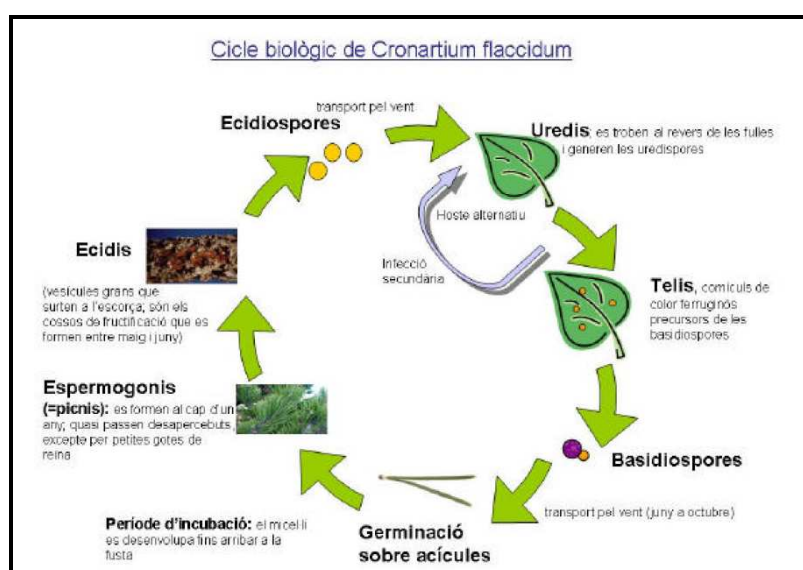


Figura 10.5: Cicle biològic de *Cronartium flaccidum*

Produeix la mort de les branques. El micel·li del fong és perenne i roman actiu generant nous cossos fructífers fins que envaeix branques grans i la guia principal. Les alteracions que produeix impliquen malformacions i anellaments que provoquen la mort de tota la part de la branca situada per sobre de la zona afectada. Els extrems de les capçades, i finalment tot l'arbre, moren com a conseqüència de les infeccions sistèmiques que es van estenent progressivament des de les branques fins al tronc. L'acumulació de reïna en els teixits afectats provoca l'enteïment de la fusta.

El període en el que el pi és més susceptible de ser infectat és fins als 20 anys, i més endavant, quan ja és molt vell, tot i que això dependrà també de la representativitat dels hostes alternatius a la zona. La presència d'aquest fong es manifesta cíclicament en funció de l'aparició de circumstàncies favorables, principalment en anys plujosos amb temperatures suaus i en masses espesses.

Com a mesures fitosanitàries es recomana extreure els exemplars afectats i realitzar els tractaments silvícoles adients.

10.4 Usos actuals del bosc de Bellver de Cerdanya

La taula següent, mostra quan es produeixen els diferents usos en la forest, per tal de poder identificar les incompatibilitats:

	Gener	Febrer	Març	Abril	Maig	Juny	Juliol	Agost	Setembre	Octubre	Novembre	Desembre
Fusta i llenya												
bolets												
mel												
Fruits i plantes medicinals												
Pastures												
Conservació del sòl												
Biodiversitat												
Excursionisme i turisme												
Caça i pesca												

Taula 10.5: Distribució temporal dels usos, Font: elaboració pròpia

Les incompatibilitats s'han calculat tenint en compte dos motius; els efectes negatius que un ús podria tenir sobre un altre, i el solapament temporal que s'hi dona (taula anterior). S'ha de tenir en compte que un ús determinat pot ser incompatible amb un altre sempre que es duiguin a terme en el mateix moment, no pas si es realitzen en diferents períodes de temps, per exemple, l'explotació de fusta amb el senderisme. Per tant estariem parlant de condicions d'ús en front de incompatibilitats. A continuació es farà una breu descripció de les possibles incompatibilitats i la seva justificació:

Ús: aprofitament de fusta i llenya	
Bolets	Els treballs forestals són perillosos i s'ha d'impedir l'accés de persones alienes a la zona
Mel	Les abelles poden causar danys i molèsties als treballadors forestals
Plantes i fruits	Els treballs forestals són perillosos i s'ha d'impedir l'accés de persones alienes a la zona
Pastures	Els treballs forestals poden causar danys al bestiar
Conservació sòl	Els treballs forestals poden generar erosió i inestabilitat del sòl en ocasions determinades
Excursionisme i turisme	Els treballs forestals són perillosos i s'ha d'impedir l'accés de persones alienes a la zona
Caça i pesca	Pot causar danys i molèsties als treballadors forestals

Ús: aprofitament de bolets	
Fusta i llenya	Els treballs forestals són perillosos i s'ha d'impedir l'accés de persones alienes a la zona
Mel	Les abelles poden causar danys i molèsties als boletaires
Caça i pesca	Pot causar danys i molèsties als boletaires

Ús: aprofitament mel·lífer	
Fusta i llenya	Les abelles poden causar danys i molèsties als treballadors forestals
Bolets	Les abelles poden causar danys i molèsties als recol·lectors
Plantes i fruits	Les abelles poden causar danys i molèsties als recol·lectors
Pastures	Les abelles poden causar danys i molèsties al bestiar
Excursionisme i turisme	Les abelles poden causar danys i molèsties als visitants
Caça i pesca	Les abelles poden causar danys i molèsties als caçadors

Ús: Aprofitament de fruits silvestres i de plantes aromàtiques i medicinals	
Fusta i llenya	Els treballs forestals són perillosos i s'ha d'impedir l'accés de persones alienes a la zona
Mel	Les abelles poden causar danys i molèsties als recol·lectors
Caça i pesca	Pot causar danys i molèsties als recol·lectors

Ús: aprofitament de pastures	
Fusta i llenya	L'aprofitament fustaner pot danyar el bestiar
Mel	Les abelles poden causar danys i molèsties al bestiar
Conservació sòl	Un ús inoportú de les pastures podria danyar el sòl
Caça i pesca	Pot causar danys i molèsties al bestiar

Ús: protecció i conservació del sòl	
Fusta i llenya	Els treballs forestals poden generar erosió i inestabilitat del sòl
pastures	Un ús inoportú de les pastures podria danyar el sòl

Ús: protecció de la biodiversitat	
Fusta i llenya	La preservació d'aquests hàbitats els fa incompatibles amb l'aprofitament fustaner
Bolets	La preservació d'aquests hàbitats els fa incompatibles amb la recol·lecció de bolets
Mel	La preservació d'aquests hàbitats els fa incompatibles amb l'aprofitament mel·lífer
Plantes i fruits	La preservació d'aquests hàbitats els fa incompatibles amb qualsevol altre ús
Pastures	La preservació d'aquests hàbitats els fa incompatibles amb l'aprofitament ramader
Excursionisme i turisme	La preservació d'aquests hàbitats els fa incompatibles amb qualsevol altre ús
Caça i pesca	La preservació d'aquests hàbitats els fa incompatible amb la caça

Ús: Excursionisme i turisme	
Fusta i llenya	Els treballs forestals són perillosos i s'ha d'impedir l'accés de persones alienes a la zona
Mel	Les abelles poden causar danys i molèsties als excursionistes
Caça i pesca	Pot causar danys i molèsties als excursionistes

Ús: Caça i pesca	
Fusta i llenya	Pot causar danys i molèsties als treballadors
Bolets	Pot causar danys i molèsties als recol·lectors
Mel	Les abelles poden causar danys i molèsties als mateixos caçadors
Plantes i fruits	Pot causar danys i molèsties als recol·lectors
Pastures	Pot causar danys i molèsties al bestia
Excursionisme i turisme	Pot causar danys i molèsties als excursionistes

10.5 Tractaments

Per assolir diversos objectius del projecte és important tenir en compte que és necessària una correcta gestió del bosc; això s'aconsegueix aplicant els següents tractaments a la forest:

10.5.1 Tractaments de millora

Aclarida de plançoneda - (plançoneda grossa). Quan comença la competència a nivell de capçades, cal dosificar la distància entre els peus mitjançant aclarides de plançoneda abans d'entrar en la fase d'hipercompetència (quan hi ha una gran mortalitat natural).

Aclarides - (perxada baixa i alta, fustal baix i mig). Per tal de dosificar la competència, fer una selecció qualitativa dels millors peus i obtenir majors rendes per classificació de productes. Cal començar a fer-les en edats joves quan hi ha una major capacitat de resposta. Cal eliminar els arbres llop (de gran creixement que ocupen molt d'espai, i són brancuts i de conformació poc adequada).

Aclarides baixes - S'intervé sobre l'estrat dominat, baixa selecció qualitativa i dosificació de competència, baixa obtenció de productes.

Aclarides altes - Es respecta l'estrat dominat i s'actua sobre l'estrat dominant, permet una bona selecció de competència però amb risc d'incendis forestals al no eliminar la continuïtat vertical del combustible. L'assenyalament és delicat i té una bona comercialització de productes. S'ha comprovat que fenòmens desestabilitzadors, com la neu i el vent són evitables actuant precoçment i aïllant els arbres amb aclarides altes.

Aclarides mixtes – És una mescla de les dues anteriors, de forma que es saneja l'estrat dominat i se selecciona l'estrat dominant, aconseguint un desenvolupament harmoniós i una bona comercialització dels productes, i per tant un major rendiment econòmic.

Aclarides selectives mixtes – Es concentra en un determinat nombre de peus (arbres de futur) als que s'allibera de competència, ja que han d'arribar a l'edat de maduresa en les òptimes condicions de creixement. Suposa una bona selecció, dosificació de competència i obtenció de productes, però d'alt cost d'assenyalament. Els criteris de selecció dels arbres de futur són el vigor, la rectitud del tronc, l'absència de bifurcacions, la distribució homogènia, les branques petites i la secció. La selecció dels arbres de futur es fa als 20-30 anys.

10.5.2 Tractaments de regeneració

Per a les **masses regulars**

Tallades preparatòries – Eliminar 2/3 a 1/3 d'arbres abans que la massa regeneri per tal de preparar-la per a generar llavor i el sòl per a rebre-la. S'acostuma a plantejar allà on la massa és molt densa en l'actualitat i d'edat molt avançada, per tal de no provocar una desestabilització de la massa.

Tallades disseminatòries - Realitzades per permetre l'arribada de llum al sòl i distribuir la llavor homogèniament. S'han de fer quan hi ha bona collita i dins de l'any, el més tard possible per tenir llavor madura. Si el sòl estigués molt compacte caldria preparar-lo amb una llaurada. La regeneració avançada, es pot respectar a excepció si està mal formada o molt aïllada. Cal evitar prolongar massa les tallades de regeneració. Una regeneració es pot considerar un èxit quan s'aconsegueixen de 1 a 4 plantes/m². Es deixen la meitat dels arbres, i s'extreu un 40-60% del volum inicial en funció de l'espècie.

Tallades secundàries - Eliminar els arbres pare que entorpeixen el desenvolupament de les noves plantes, de forma gradual o d'una sola vegada. Cal dirigir els arbres als punts de menor regeneració, desbrancar i trossejar abans de desemboscar, eliminar les restes de tallades, i dissenyar una correcta explotació amb carrils de desembosc.

Per a les **masses irregulars**

Tallada de selecció peu a peu – S'extreuen peus aïllats per tal d'obrir clars petits i que entri la llum.

Tallada de selecció per bosquets - S'obriran bosquets circulars de 314 m² i 10 m de radi per tal que la llum arribi al sòl i es regeneri l'espècie. Es deixarà el regenerat existent en l'actualitat en els bosquets.

10.5.3 Altres tractaments

Adevesament

L'adevesament consisteix en obrir la massa, eliminant alguns peus i podant els millors, per tal de permetre el pas del ramat i l'aprofitament de l'estat herbaci.

Poda

Poda baixa o de penetració: Fins a una alçada de 2 o 2,5 m, per dotar l'arbre d'unes òptimes propietats tecnològiques, millorar l'accessibilitat de les persones i del bestiar a l'interior de la massa, permetent el seu ús recreatiu i altres usos (recol·lecció de bolets, caça,...), així com disminuir la continuïtat vertical de la massa i el risc d'incendis.

Poda alta: Per sobre els 2,5 m fins als 7 m amb l'objectiu de produir una fusta sense nusos, millorar la cilíndricitat de la fusta, disminuir les cicatrius de poda, facilitar d'accés i millorar l'aspecte recreatiu. En definitiva obtenir fusta de qualitat a un torn menor.

Sols s'aplica en els arbres de futur que es deixen en les aclarides selectives, fent primer la poda i després la clara per facilitar el maneig alhora de seleccionar els arbres a aclarir. Cal podar sempre un 10%-20% més dels arbres de futur perquè hi haurà alguns arbres que no arribaran al torn a causa de danys o malalties.

Estassada

Eliminació de l'estrat arbustiu per facilitar el pas dels treballadors al bosc, l'ús recreatiu, així com el pas del ramat en cas que siguin zones aptes per a la pastura. La disminució de la continuïtat vertical de la vegetació també s'aconsegueix amb aquesta pràctica.

Trituració de restes vegetals

Tot i que suposa un cost elevat, l'acció de triturar les restes després de qualsevol tractament silvícola seria interessant i molt necessària. Les zones on és imprescindible la trituració de les restes són les que hi ha un alt risc d'incendis, les zones on existeix pista forestal per aproximar al màxim la trituradora; els rodals de conservació de la biodiversitat on convé accelerar els processos on s'ha actuat i no generar grans canvis, i les zones recreatives on la important presència de gent genera risc d'incendis i obliga a respectar al màxim el paisatge.

Aquesta actuació es pot realitzar amb la trituradora o manualment. Sempre que existeixi pista forestal, es trituraran totes les restes que es puguin apropar fins a vint metres banda i banda de la pista. En cas de ser rodals amb un ús principal de conservació de la biodiversitat, i ser inaccessibles per a la trituradora, aquest tractament s'haurà de fer manual (reduint al màxim les restes amb la motoserra).

Selecció de tanys

Aquest és un tractament que es realitza per a transformar un bosc baix, explotades per fer llenyes, en bosc alt, per tant, sempre sobre masses forestals d'espècies de rebrot (roure, carrasca,...). Actualment, aquest ús no és tan generalitzat com abans i es presenta la possibilitat de recuperar algunes d'aquestes masses per retornar-les a l'estructura de bosc alt i així recuperar una massa més estable i que pot generar peus més grans i major diversificació (inclòs convertint-la en un bosc irregular adult, més atractiu com a paisatge).

Tal i com es comenta en l'apartat que fa referència al pes econòmic de cada sector de la comarca, l'indústria consumidora de fusta no té gaire importància, fet que provoca que l'aprofitament forestal sigui bastant reduït a la zona, i que les pràctiques esmentades anteriorment no s'apliquin quan és necessari.

10.6 Maneres de neteja

En aquest apartat s'explicarà els diversos passos que s'han de seguir per a poder aprofitar de manera eficient la biomassa forestal extreta:

10.6.1 Estellat a peu de pista

Quan l'estellat es realitza a peu de pista, la seqüència d'operacions és la següent:

- Tallada i arrossegament: s'efectua la tallada dels arbres, sense desbrancar ni despuntar, i s'arrossequen fins a peu de pista. Per a la tallada s'utilitza bàsicament la serra mecànica o processadora i l'arrossegament es fa mitjançant skidder o tractor amb cabrestant.
- Estellat: un cop apilada la fusta a peu de pista, s'efectua l'estellat amb una estelladora mòbil acoblada a un tractor o màquina automotriu, amb contenidor basculant i grua pròpia. Amb la grua s'alimenta l'estelladora i l'estella produïda es va dipositant al contenidor. Per dipositar l'estella també es pot fer servir un tractor amb remolc. El requeriment d'una estelladora d'alta mobilitat fa que la productivitat sigui més baixa que en el cas d'utilitzar una estelladora fixa o semimòbil.
- Desembosc: quan el contenidor està ple es pot realitzar el desembosc fins a un altre contenidor (generalment banyeres de 20-30m³ intercanviables) i aquest és transportat amb camió fins al destí final. De totes maneres, quan la planta o magatzem estan a poca distància, és interessant que el vehicle que realitza el desembosc (tractor amb remolc o camió amb contenidor) faci també el transport fins a planta. A banda de l'elevat cost de l'estellat, per la baixa productivitat de la màquina, aquest sistema requereix unes bones condicions del terreny (poca pendent) i pot presentar problemes en cas d'èpoques o zones molt humides. Tot i així, pot ser viable en l'aprofitament d'àrees petites i útil quan l'espai del carregador és reduït.

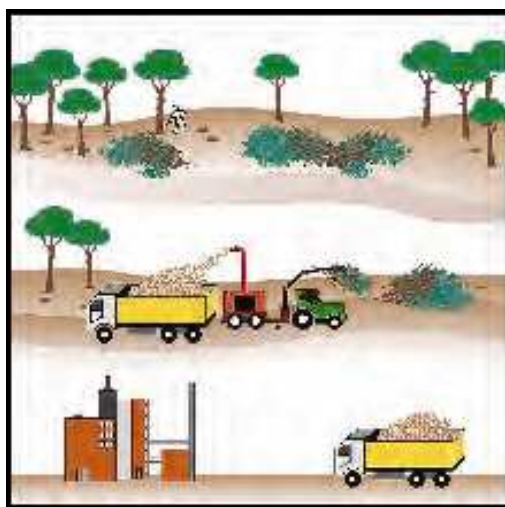


Figura 10.6: Estellat a peu de pista

10.6.2 Estellat a carregador

En aquest cas les operacions a realitzar són:

-Tallada i arrossegament: es procedeix de la mateixa manera que en el sistema anterior. En funció de les condicions del terreny, l'arrossegament també es pot fer mitjançant autocarregador.

-Desembosc: en cas d'utilitzar elements com l'autocarregador per a l'arrossegament, aquest també pot servir per al desembosc de l'arbre sencer fins a carregador. De no ser així, el més habitual és utilitzar un tractor amb remolc.

- Estellat: es realitza l'estellat a carregador, amb una estelladora mòbil, però que pot ser més robusta i de major potència que en el cas de l'estellat a peu de pista. Això permet aconseguir una productivitat més elevada.

Qualitat de l'estella:

En els dos sistemes explicats fins ara, i també en el que es mostra a continuació, és important remarcar que s'estellen arbres sencers i que, per tant, s'inclouen branques i, segons el cas, també fulles.

Un elevat contingut de fulles redueix el poder calorífic del material, incrementa la generació de cendres i pot provocar problemes de corrosió en les calderes. És a dir, disminueix la qualitat del producte.

Per aquest motiu, sobretot per a calderes petites amb requeriments de qualitat més elevats, és recomanable que:

- Pel cas de frondoses, l'aprofitament es realitzi quan ja han perdut la fulla.
- Pel cas de les coníferes, es deixin passar uns dies entre la tallada i l'estellat per tal que el contingut de fulla sigui més baix.

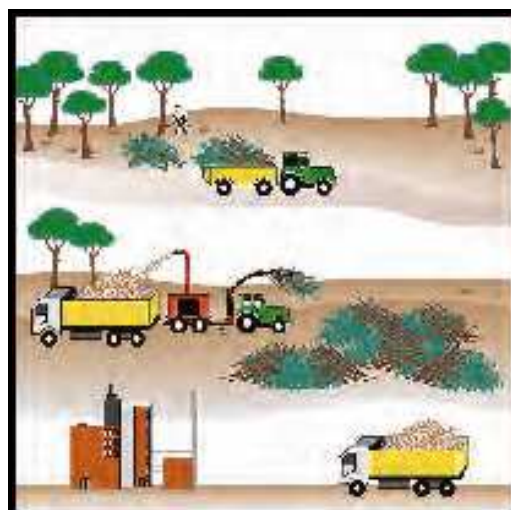


Figura 10.7: Estella a carregador

10.6.3 El cas de Bellver: estellat a planta o magatzem

Els següents dos sistemes es caracteritzen per realitzar l'estellat a planta o magatzem: en el primer cas es tracta d'arbres sencers i en el segon de fusta desbrancada i despuntada.

En el primer sistema es transporten arbres sense processar fins a planta, i això obliga a densificar prèviament el material, mitjançant l'empacat, per augmentar la càrrega transportada i evitar rendiments massa baixos. La necessitat d'utilitzar empacadores fa que aquest sistema no sigui massa utilitzat a Catalunya. Aquest equip suposa un elevat cost d'inversió i requereix bones condicions de terreny.

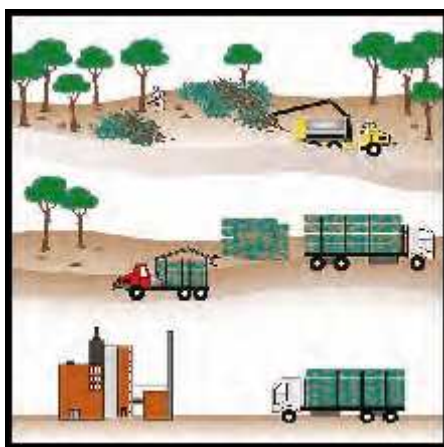


Figura 10.8: Estellat a magatzem

El nostre cas es tracta de l'estellat de troncs directes. Les operacions a realitzar són les següents:

- **Construcció de camins necessaris:** consisteix en crear i/o habilitar una xarxa viària que permeti la correcta accessibilitat al bosc de la maquinària i dels camions per a dur a terme les explotacions actuals i futures. Aquesta és una de les fases que requereix més mitjans mecànics i l'objectiu d'aquesta fase és reduir el conjunt de costos d'extracció.

La xarxa viària, en el cas dels aprofitaments forestals, és utilitzada, bàsicament, per al pas de:

- Maquinària emprada en el desembosc.
- Maquinària emprada en el transport de la fusta.
- Mà d'obra que treballa sense maquinària pesant (talladors, apiladors, etc.), per aproximar-se amb vehicles tot terreny a la zona a aprofitar, de manera que es redueixin els desplaçaments que ha de fer l'operari per dins del bosc.

- **Neteja del terreny:** en la major part dels casos, la neteja suposa tallar el sotabosc, triturar-lo i estendre'l sobre el sòl per poder introduir la maquinària al bosc.

La recollida d'aquesta biomassa residual dels treballs de neteja per al seu posterior aprofitament no és viable econòmicament, però podria arribar a ser-ho si es produís una revalorització de la biomassa.

- **Tallada, processament i arrossegament:** un cop tallat l'arbre, es despunta i es desbranca, i es trosseja el tronc només si és necessari per optimitzar el transport (no és el cas de Bellver). L'arrossegament fins a pista no varia respecte els casos anteriors: es pot realitzar amb skidder, tractor amb cabrestant o, si les condicions del terreny ho permeten, amb autocarregador.

La tallada es realitza el més arran de terra possible i es fa una planificació de la direcció de caiguda per a cada arbre a tallar. El desbrancat i despuntat és l'operació que més temps ocupa i es pot dur a terme de manera manual (serra mecànica o destal) o mecanitzada.

S'ha d'escollir molt bé quins arbres es decideixen tallar, ja que si tenen un diàmetre relativament gran es poden reservar per a fer subhastes de fusta, i així aconseguir-ne més benefici econòmic.

Operació	Rendiments i costos			
	Pendent (p)	Diàmetre D (cm)	Densitat d (peus/ha)	€/esteri
Tallada d'un esteri de fusta. Inclou tallada, descopat, desbrancat, trossejat i apilat.	p < 25 %	D < 12	-	22,62
		12 < D < 20	d < 1000	9,83
			1000 < d < 1800	10,86
		20 < D < 30	d < 750	7,94
	p > 25 %	D < 12	-	27,75
		12 < D < 20	d < 1000	11,09
			1000 < d < 1800	13,71
		20 < D < 30	d < 750	9,54

Taula 10.6: Preus i rendiments extracció biomassa, Font: Consell Comarcal

En el nostre cas ens decantarem pel sistema de tallada de l'arbre sencer. Segons aquest sistema, l'arbre es talla i es desembosca, tot reduint al màxim possible les tasques a realitzar a peu d'arbre. Treballar amb arbres sencers, amb capçades i branques tan voluminoses, dificulta la mobilitat i incrementa els danys sobre el sòl i els plançons regenerats, però alhora resulta més pràctic per als treballadors.

Aquest sistema de tallada s'utilitza principalment amb fusta de petita dimensió o quan la zona d'actuació ha de quedar neta de restes. La seva aplicació a Catalunya és puntual, com a conseqüència de la seva baixa rendibilitat econòmica, i es limita als casos de neteges de les zones que queden als costats dels camins o d'aprofitaments per obtenir biomassa forestal per a ús energètic.

- **Desembosc:** en funció de la distància a recórrer, el desembosc fins a carregador es realitza mitjançant el mateix skidder, amb autocarregador o tractor amb remolc. Si les condicions del terreny i de les pistes ho permeten, es pot utilitzar un camió de 3 o 4 eixos que, segons la distància a recórrer, ja pot portar a terme directament el transport fins a la planta.

El desembosc es realitza pel mètode del tronc sencer. El tronc, després de ser abatut i encara amb les branques, és extret fins al punt de reunió, accessible pel vehicle que a continuació haurà de fer el transport per carretera. Per realitzar el desembosc s'utilitzen, segons les condicions del terreny, els animals o tractors agrícoles.

El tractor agrícola amb cabrestant s'utilitza sobretot pel desembosc de la fusta pendent amunt, ja que és més fàcil estirar el cable manualment pendent avall. Els tractors permeten acoblar-hi eines forestals i agrícoles, de manera que tot i estar poc adaptat al medi, se n'ha estès el seu ús. La seva utilització està limitada per la distribució de pesos (limitacions en pendents elevades), les adaptacions de seguretat que s'han incorporat al tractor per poder treballar en terrenys forestals (reforços, proteccions...), menor capacitat de càrrega i menor mobilitat en comparació amb els tractors forestals.

El tractor agrícola és actualment el mitjà més estès a Catalunya gràcies a la seva polivalència, basada en la possibilitat d'acoblar-hi eines forestals i agrícoles. A més, és més econòmic invertir en un tractor agrícola i en les adaptacions corresponents per als treballs forestals, que no pas comprar mitjans específicament forestals, com ara l'skidder o autocarregador, que tenen un cost d'adquisició superior. Els principals complements del tractor agrícola per a la realització del desembosc són:

- Cabrestant: El cabrestant és l'eina més emprada per al desembosc forestal amb tractor agrícola i gairebé l'única a Catalunya. es mostra el desembosc de tronc sencer amb tractor agrícola amb cabrestany acoblat.
- Remolc: El remolc forestal requereix una estructura simple i sòlida, amb una alçada sobre el sòl suficient per superar obstacles. També és útil el sistema de descàrrega basculant, que agilita i estalvia temps.



Figura 10.9: Procés neteja bosc

Operació	Diàmetre D	Distància	€/m ³	€/esteri
Extracció de fusta fins a magatzem amb pendent entre 25 i 50 % utilitzant tractor de rodes	D < 20 cm	< 200 m	5,36	2,68
		200-400 m	7,66	3,83
		400-600 m	11,7	5,85
	D > 20 cm	< 100 m	2,5	1,25
		100-200 m	7,59	3,8
		200-400 m	10,93	5,47
		400-600 m	18,26	9,13

Taula 10.7: Preus desembosc, Font: Consell Comarcal

El desembosc amb animals s'utilitza en terrenys plans o en descens. També és una eina molt important en els llocs on és inaccessible arribar amb mitjans mecanitzats.



Figura 10.10: Fusta arrossegada

El desembosc amb animals permet extreure la fusta arrossegant-la amb mula o cavall. En les últimes dècades, la utilització dels animals de tir s'ha reduït substancialment a la major part del territori català, fruit de la mecanització agrària i posteriorment també la forestal.

El principal avantatge dels animals és la mobilitat que tenen. Gràcies a la seva petita envergadura i agilitat, poden circular en situacions d'elevada densitat de massa restant i esquivar obstacles. A més, en situacions de gran pendent del terreny, es poden moure en trajectòries obliqües al pendent màxim, a diferència de la maquinària.

Els animals són el mitjà que presenta menys limitacions en els casos d'accessibilitat difícil (terrenys irregulars amb una topografia escarpada, de forts pendents, amb molta pedregositat o inaccessible amb la xarxa viària existent) o en aprofitaments de baixa intensitat amb dispersió espacial de les tallades i en tallades de selecció en què no s'extreuen exemplars de gran dimensió.

L'efecte sobre la maquinària varia segons els intervals de pendent següents:

- Menys del 15%: poca influència sobre els treballs. Interval òptim per al tractor agrícola i l'autocarregador si es desplacen pel dins del bosc.
- 15-25%: pèrdua de rendiment (5-10%) associada també a la presència d'altres obstacles si la maquinària entra al bosc. Pendent màxim per a treball amb tractor agrícola.
- 25-35%: pèrdua de rendiment (5-10%). Mentre que l'autocarregador perd eficiència desemboscant fusta en sentit ascendent, l'skidder treballa en millors condicions.

- 35-60%: apareixen problemes d'estabilitat. El desembosc es fa amb animals o mecanitzat amb skidder.
- Més del 60%: desembosc amb cable, amb cable aeri o bé amb animals, amb més risc de relliscada de la càrrega.



Figura 10.11: Treball segons pendent

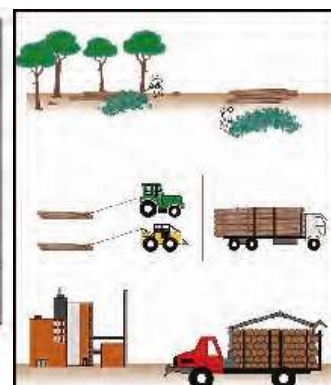
- **Transport:** es defineix com l'operació en què la fusta apilada al carregador és traslladada fins a la planta o centre d'emmagatzematge. El tipus de vehicle a utilitzar serà diferent segons el tipus de material que hagi de transportar, de la distància a recórrer i del tipus de via.

Transport de troncs i de bales:

Quan el que es transporta són arbres processats (desbrancats i despuntats) els vehicles més utilitzats són: els camions de 3 o 4 eixos (anomenats dúpners) i els tràilers. En la majoria dels casos, aquests vehicles ja porten una grua amb grapa per a la càrrega i descàrrega de troncs.

Per al transport de bales, es poden fer servir els mateixos vehicles que per a la fusta, però el cost és més elevat.

Tipus de vehicle	Càrrega legal	Observacions
Camión de 3 eixos	11 t	S'utilitzen per a distàncies curtes i quan l'orografia del terreny i l'amplada dels camins no permeten l'accés dels tràilers
Camión de 4 eixos	16 t	
Tràiler	21 t	Aquest vehicle és útil per a distàncies llargues.



Operació	Esteris/viatge	Cost transport		€/esteri
		(€ / hora)	Hores	
Transport amb camió forestal de 380 CV. Distància d'anada i tornada de 100 km	40	67	3,33	5,58

Taula 10.8: Preus i tipus de camió per al transport de la biomassa, Font: Consell Comarcal

- **Estellat:** l'estellat es realitza amb estelladores fixes o semimòbils de gran potència, que tenen menys cost horari que les mòbils i permeten millors condicions de control de la qualitat d'estella.

En els dos sistemes on s'estella a planta, un cop arriba el material aquest es pot estellar directament, o bé es pot emmagatzemar, per després fer l'estellat de la fusta seca. Estellar la fusta en verd té l'avantatge, respecte estellar la fusta en sec, que el desgast de la maquinària és menor, és més fàcil estellar i no es genera tanta pols, la qual pot afectar a la qualitat del producte.

Per altra banda, però, l'estellat en verd suposa una pèrdua de matèria seca durant l'assecat i emmagatzematge, i fàcilment es poden desenvolupar podridures, de manera que és adient sempre que l'estella sigui cremada després d'un període curt d'emmagatzematge.

Operació	Potència màquina (CV)	Rendiment (esteris/h)	Cost màquina (€/h)	€/esteri
Estellat a magatzem amb estelladora estàtica	90	25	54,24	2,17
	120	45	68,33	1,52
	150	65	82,42	1,27
	430	110	213,97	1,94

Taula 10.9: Preus de l'estellat, Font: Consell Comarcal

Estellat a pati:

Avantatges	Es fan servir estelladores més eficients i robustes (amb més productivitat). Cost d'estellament més baix
	Treballs més o menys continuats durant tot l'any
	Permet controlar en certa manera el procés d'aprovisionament
	Millors condicions de control de la qualitat d'estella
Desavantatges	Requeriment de grans àrees d'explanació per la biomassa (depenent de la logística)
	Necessitat de bon accés a la xarxa viària
	Requeriment d'una bona programació de l'estellament i transport de subministrament

A Bellver de Cerdanya actualment abans de realitzar l'estellat s'apilonen els troncs durant uns 6 mesos per tal d'aconseguir un major assecatge.

Existeixen 3 tipus de màquines que trituren o estellen la biomassa:

Pretrituradores:

Màquines de gran potència amb un mecanisme robust i resistent, que no actuen per tall, sinó per ruptura. L'ús forestal d'aquests equips es restringeix als casos en que no és necessari triturar fins tamanyos molt fins i la presència de pedres o metalls impedeix l'ús d'equips de ganivetes (exemples: soques, palets, etc).

De totes maneres, el material resultant no es pot destinar directament a combustió, sinó que requereix l'ús d'altres màquines que separin les impureses i produeixin un material més fi.

Trituradores:

Màquines dissenyades per reduir el tamany de materials no molt durs, que actuen per impacte de peces metàl·liques (martells o dents articulades o no). En el sector forestal és útil quan els materials tenen escorces de difícil estellat, presenten sorra o altres impureses freqüents, si bé s'ha d'evitar la seva utilització per materials molt bruts, com les soques, o que portin peces de metall. El material resultant és més homogeni que el que s'obté en les pretrituradores i, tot i que en determinades calderes petites requereix un post-tractament, es pot utilitzar per combustió directe en certes aplicacions.

Estelladores:

Estan dissenyades per estellar, mitjançant ganivetes, arbres i productes de fusta que no continguin elements durs. A diferència de les pretrituradores i les trituradores, és freqüent que les estelladores comptin amb una grua pròpia. Existeixen diversos tipus d'estelladores que, bàsicament, es distingeixen per:

Eina de tall:

- Disc: Són les més comunes per a l'estellat de fusta per a pasta, ja que l'estellat és més precís i malmeten menys el material.
- Tambor: Són més robustes, més pesants i de més potència que les de disc i són les més utilitzades per a l'elaboració de biomassa d'origen forestal.



Figura 10.12: Estelladora

Mobilitat:

- Semifixes: són remolcades per un camió i sempre porten motor propi. Són adients per treballs a carregador.

- Mòbils: poden ser acopables a un tractor agrícola (i accionar-se pel motor d'aquest) o bé estar integrades sobre un autocarragador, cas en el que compten amb un motor propi.

En el cas de Bellver actualment s'utilitza una estelladora semifixe, la qual la seva eina de tall és un tambor.

- **Emmagatzematge:** permet compensar tota mena de fluctuacions en la cadena de proveïment i permet, també, l'assecat natural del material. Els requeriments d'humitat són diferents segons el tipus d'instal·lació, i el temps necessari per arribar a aquesta humitat varia en funció del tipus de protecció utilitzada i de factors com la humitat ambiental, el règim de precipitacions, el grau d'insolació...

Les calderes de mida mitjana requereixen una humitat inferior al 43 % en base seca (< 30% en base humida), absència d'impureses i pals, i granulometria homogènia d'uns 5 cm (< 10 cm). Els magatzems són un punt fonamental per a l'aprovisionament del material i per a estabilitzar la cadena de proveïment.

En condicions òptimes, l'assecat natural de la fusta assoleix uns mínims d'humitat del 20%. Quan el que s'emmagatzema són troncs, aquests es deixen a l'aire lliure, però que es tracta de guardar l'estella, les opcions varien segons el tipus de pressupost que es disposi i segons el grau d'humitat que es vulgui assolir:

Emmagatzematge a l'aire lliure:

No s'utilitza cap tipus de protecció, de manera que és molt fàcil que es mulli. És molt recomanable que la pila estigui sobre una superfície allisada i lliure de pedres, ja que sinó es fa necessari deixar una capa d'estelles, d'uns 15-20 cm al terra, per evitar sòlids estranys i afectar el correcte funcionament de la caldera.



Avantatges: És la opció més senzilla i econòmica, i permet la mobilitat del punt d'emmagatzematge.

Inconvenients: entre molts d'altres, l'assecat està totalment subjecte a les condicions meteorològiques. Si la pila ja seca es mulla amb aigua externa, és molt difícil tornar-la a assecar als nivells desitjats.

Figura 10.13: Emmagatzematge a l'aire lliure

Emmagatzematge sota tèxtil:

S'utilitzen tèxtils, amb una vida útil d'uns 5 anys, que permeten l'evaporació de la humitat de la pila però impedeixen que la pluja o la neu mullin directament l'estella. Com en el cas anterior, es recomana situar la pila sobre un terra pavimentat o en una superfície allisada i sense pedres.



Avantatges: no requereix molta inversió inicial, permet moure el lloc d'emmagatzematge i la humitat disminueix més ràpidament que en l'anterior sistema.

Inconvenients: es necessiten dues persones per moure el tèxtil, és difícil d'utilitzar quan hi ha vents importants i, si es formen plecs i no es disposa correctament, s'hi acumula l'aigua i deixa de ser efectiu.

Figura 10.14: Emmagatzematge sota tèxtil

Emmagatzematge sota cobert:

És el sistema que permet l'assecat més segur, sempre i quan el cobert estigui ben airejat, s'evitin condensacions al sostre i el terra estigui pavimentat. És important que permeti l'accés a camions grans (90 m³). A tots els sistemes, la mida de les piles està condicionada per la humitat de les estelles, el contingut de fulles i escorça, i la granulometria. Com menys presència de fulles i d'elements fins i més seca estigui l'estella, més gran podrà ser la pila.

Avantatges: redueix els riscos de rehidratació de l'estella i, si el cobert és amb parets, augmenta la capacitat per m² ocupat i redueix l'aportació de sorra pel vent.

Inconvenients: és necessària una major inversió inicial que els tèxtils i la ubicació sempre és fixa.

En el cas d'utilitzar magatzem cal tenir en compte alguns aspectes, com la prevenció d'entrades d'aigua, drenatges i la ventilació del lloc on es guarda l'estella. A Bellver de Cerdanya la idea seria repetir el mateix sistema d'emmagatzematge actual, construint un cobert al costat del que ja existeix.



Figura 10.15: Emmagatzematge sota cobert

- **Control de qualitat:** sobretot a l'inici de l'activitat de processat i subministrament, és necessari un seguiment de la granulometria, humitat i composició de l'estella generada, per tal que s'adapti a les instal·lacions a subministrar, separant si s'escau partides diferents amb diferents qualitats.

I de forma més continuada, s'ha de seguir la humitat del producte per tal d'evitar fermentacions, activitat biològica excessiva i risc d'al·lèrgies. Així mateix, cal evitar la presència d'impropis a la biomassa que puguin afegir-se durant el processat (plàstics, sorra i pedres, metall, etc.). es necessària una recollida periòdica de mostres d'estella per a l'avaluació dels paràmetres que la caracteritzen (humitat, granulometria, composició).

- **Distribució:** actualment l'ajuntament de Bellver ha arribat a un acord amb un pagès que disposa d'un remolc adequat que es dedica a emplenar les sitges de les diverses calderes de biomassa que té el poble. Anualment ha d'emplenar les sitges mensualment durant l'època de més fred i unes dues vegades més a la resta de l'any.

El subministrament generalment es realitza mitjançant vehicles de caixa tancada i basculant o bolquets de diferent cubicatge (10, 20, 30 m³), d'acord amb la capacitat de la sitja a subministrar. El subministrament ha de tenir en compte sobretot el tipus d'estella requerit a la instal·lació a subministrar (mida, humitat i absència d'impropis), paràmetres excloents que poden malmetre la instal·lació destí si no són respectats. És necessari triar el vehicle d'acord amb la mida de la sitja a subministrar, tipus de descàrrega i les condicions d'accés.

10.7 Costos

El cost d'extracció i transport de la matèria primera (la fusta) condiciona de manera important el preu del producte final, com és l'estella i el pèl·let.

En aquest apartat s'indiquen quins són els costos que es produeixen fins obtenir la matèria primera a planta o magatzem per després estellar-la. En funció de si es tracta de troncs desbrancats i despuntats o si es tracta d'arbres sencers (en aquest cas es planteja l'opció de l'empacament) les operacions a realitzar seran diferents i, per tant també els costos.

A la taula es mostra un barem de preus, però hi ha factors que condicionen molt el preu d'extracció de la fusta, com són:

- Tipologia de bosc
- Pendent
- Nivell de mecanització utilitzat

	Tallada (€/t)	Desembosc (€/t)	Estellat (€/t)	Transport (€/t)	TOTAL (€/t)
Cas mig (*)	11,89	5,47	1,52	5,58	24,46

Taula 10.10: Cost total de l'aprofitament de la biomassa forestal, Font: Consell Comarcal

Aquests professionals ens han facilitat les dades típiques de distribució dels interiors dels habitatges a la Cerdanya, i una aproximació de les dimensions segons el tipus d'edifici.

	Unitats	Residència plurifamiliar	Residència unifamiliar aparellada	Residència unifamiliar	TOTAL
Unitats d'habitatges	-	166	55	2	-
Superfícies unitària	m ²	85	150	200	-
Superfície total	m ²	14110	8250	400	22760

Taula 11.1: Caracterització dels habitatges de la urbanització, Font: elaboració pròpia

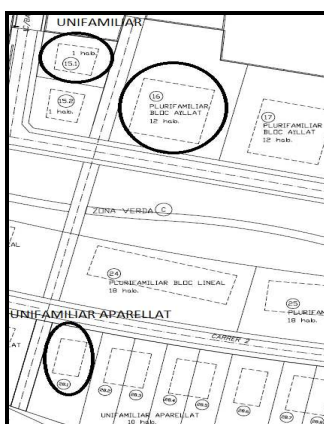


Figura 11.2: Detall del plànol de la urbanització. Elaboració pròpia

11.1.1 Habitatge plurifamiliar

D'aquest habitatge tipus en tenim més detalls sobre la seva organització interior. D'igual manera que els altres hem realitzat una hipòtesis per calcular les àrees que es necessiten per dimensionar la demanda energètica.

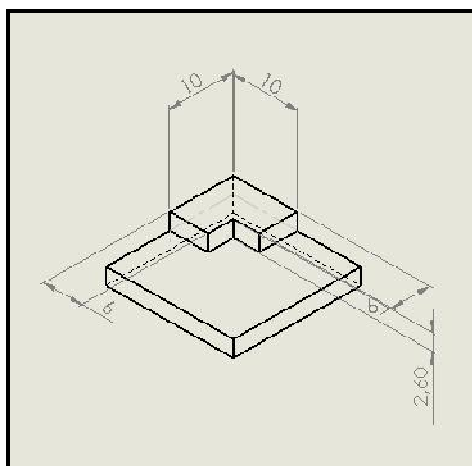


Figura 11.3: Caracterització del habitatge plurifamiliar. Elaboració pròpia

11.1.2 Habitatge unifamiliar aparellat

Segons el plànol de la distribució de la urbanització observem que la major part dels edificis aparellats que es construïran es faran de dos en dos és a dir, que compartiran la paret mitgera.

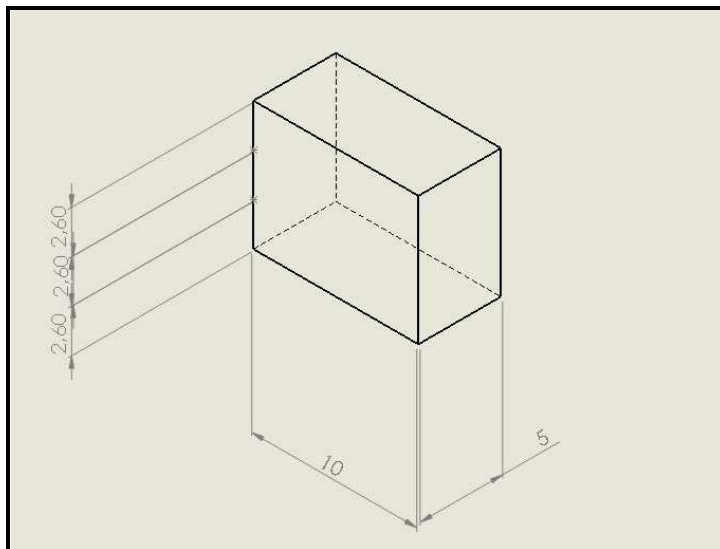


Figura 11.4: Caracterització del habitatge unifamiliar aparellat. Elaboració pròpia

11.1.3 Habitatge unifamiliar aïllat

En aquest cas, a la urbanització només s'hi construïran dos habitatges d'aquest tipus, però d'igual manera que en els altres dos, s'han de realitzar els càlculs energètics.

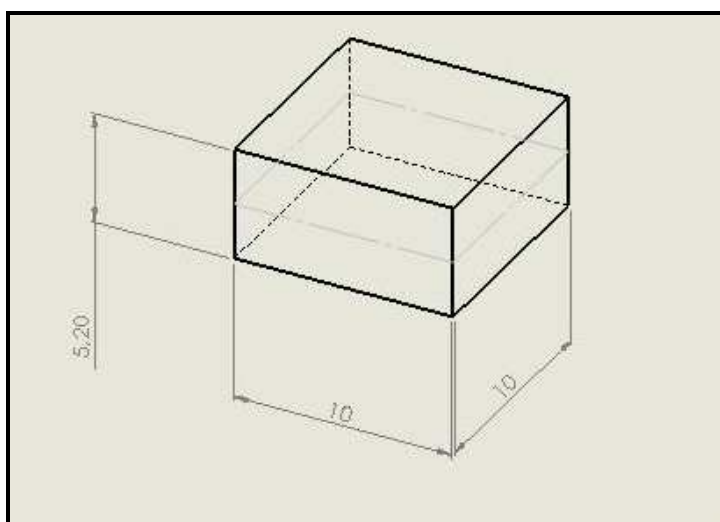


Figura 11.5: Caracterització del habitatge unifamiliar aïllat. Elaboració pròpia

11.2 Pèrdues energètiques dels habitatges i demanda de calefacció

Amb l'ajuda del Codi Tècnic de l'Edificació (CTE) i de les dimensions obtingudes a l'apartat anterior, s'han realitzat els càlculs per conèixer en primer lloc les pèrdues energètiques dels tancaments dels edificis en funció de la superfície de cadascun d'ells; i en segon lloc, també les pèrdues energètiques causades per les renovacions de l'aire que s'han de complir per llei.

Amb aquests darrers càlculs, es determinarà la demanda energètica de calefacció i més tard es realitzaran els càlculs relatius a la xarxa d'ACS.

Observem que Bellver de Cerdanya pertany a la zona climàtica E1. Aquesta primera dada és bàsica per resoldre les futures operacions matemàtiques. Per fer-ho necessitem també les dades de les transmitàncies dels tancaments dels habitatges, extretes del CTE que es mostren a la següent taula.

<i>Cerramientos y particiones interiores</i>	ZONAS A	ZONAS B	ZONAS C	ZONAS D	ZONAS E
Muros de fachada, <i>particiones interiores</i> en contacto con espacios <i>no habitables</i> , primer metro del perímetro de suelos apoyados sobre el terreno ⁽¹⁾ y primer metro de muros en contacto con el terreno	1,22	1,07	0,95	0,86	0,74
Suelos	0,69	0,68	0,65	0,64	0,62
Cubiertas	0,65	0,59	0,53	0,49	0,46
Vidrios y marcos ⁽²⁾	5,70	5,70	4,40	3,50	3,10
Medianerías	1,22	1,07	1,00	1,00	1,00

Taula 11.2: Transmitància tèrmica de tancaments i particions interiors (W/m² K), Font: CTE

Per tant si es realitzen els càlculs segons el tipus d'edifici, plurifamiliar, unifamiliar adossada i unifamiliar, obtindrem:

11.2.1 Habitatge plurifamiliar

Pèrdues pels tancaments:

Es realitzen els següents càlculs:

$$U_{TOT} = \sum U_M A_M + \sum U_{MD} A_{MD} + \sum U_C A_C + \sum U_T A_T + \sum U_F A_F$$

M – Tancament exterior

MD – Tancament amb un altre local (*Mitgera*)

C – Coberta

T – Terra

F - Finestres

Els resultats es presenten a la taula següent:

	Area (m ²)	Transmitàncies (W/m ² · °K)	Pèrdues U (W/°K)
Aparet	30,0	0,74	22,2
Asostre	0,0	0,46	0,0
Aterra	85,0	0,62	52,7
Afinestres	10,4	3,10	32,2
Amitjaneries	52,0	0,80	41,6
% Area finestres / Area façana	0,2	-	-
Vivenda Plurifamiliar	85,0	-	148,7

Taula 11.3: Resultats habitatge plurifamiliar, Font: elaboració pròpia

$$P = U_{TOT} (T_i - T_e)$$

$$P = 148.7 \cdot (21 - (-12)) = 4907.1 \text{ W} = 4.91 \text{ KW}$$

Pèrdues per renovacions d'aire:

Es realitzen els següents càlculs:

$$P = c_p \rho \dot{V} (T_i - T_e)$$

T_i - Temperatura interior de disseny

T_e - Temperatura exterior de disseny

\dot{V} - Cabal volumètric de renovació

- Segons el RITE el cabal volumètric de renovació es pot estimar en la totalitat del volum de l'habitatge per hora.
- El C_p de l'aire és igual a 1000 J/Kg·K que és equivalent a 0,28 W/Kg·K.
- Finalment es considera la densitat de l'aire a 20°C que és 1,2 Kg/m³.

$$P = 0.28 \cdot 1.2 \cdot 221 \cdot (21 - (-12)) = 2450 \text{ W} = 2.45 \text{ KW}$$

Pèrdues totals:

Per conèixer la potència total es realitza la suma:

$$P_{\text{tot}} = P_{\text{tancaments}} + P_{\text{renovacions}} = 4907 + 2450 = 7357 \text{ W} = 7.36 \text{ KW}$$

$$P = P_{\text{tot}} / S = 7357 / 85 = 86.6 \text{ W/m}^2$$

11.2.2 Habitatge unifamiliar aparellat

Pèrdues per tancaments:

Es realitzen els següents càlculs:

$$U_{TOT} = \sum U_M A_M + \sum U_{MD} A_{MD} + \sum U_C A_C + \sum U_T A_T + \sum U_F A_F$$

M – Tancament exterior

MD – Tancament amb un altre local (Mitgera)

C – Coberta

T – Terra

F - Finestres

Els resultats es presenten a la taula següent:

	Area (m ²)	Transmitàncies (W/m ² · °K)	Pèrdues U (W/°K)
Asostre	50,0	0,46	23,0
Aterra	50,0	0,62	31,0
Afinestres	31,2	3,10	96,7
Amitjaneries	78,0	0,50	39,0
Vivenda Unifamiliar aparellada	150,0	-	282,1

Taula 11.4: Resultats Habitatge aparellat, Font: elaboració pròpia

$$P = U_{TOT} (T_i - T_e)$$

$$P = 282.1 \cdot (21 - (-12)) = 9309 \text{ W} = 9.31 \text{ KW}$$

Pèrdues per renovacions d'aire:

Es realitzen els següents càlculs:

$$P = c_p \rho \dot{V} (T_i - T_e)$$

T_i - Temperatura interior de disseny

T_e - Temperatura exterior de disseny

\dot{V} - Cabal volumètric de renovació

$$P = 0.28 \cdot 1.2 \cdot 390 \cdot (21 - (-12)) = 4324 \text{ W} = 4.32 \text{ KW}$$

Pèrdues totals:

Per conèixer la potència total es realitza la suma:

$$P_{\text{tot}} = P_{\text{tancaments}} + P_{\text{renovacions}} = 9309 + 4324 = 13633 \text{ W} = 13.63 \text{ KW}$$

$$P_s = P_{\text{tot}} / S = 13982 / 150 = 90.9 \text{ W/m}^2$$

11.2.3 habitatge unifamiliar aïllat

Pèrdues per tancaments:

Es realitzen els següents càlculs:

$$U_{TOT} = \sum U_M A_M + \sum U_{MD} A_{MD} + \sum U_C A_C + \sum U_T A_T + \sum U_F A_F$$

M – Tancament exterior

MD – Tancament amb un altre local (Mitgera)

C – Coberta

T – Terra

F - Finestres

Els resultats es presenten a la taula següent:

	Area (m ²)	Transmitàncies (W/m ² · °K)	Pèrdues U (W/°K)
Aparet	166,4	0,74	123,1
Asostre	100,0	0,46	46,0
Aterra	100,0	0,62	62,0
Afinestres	41,6	3,10	129,0
Amitjaneries	-	-	-
% Area finestres / Area façana	0,3	-	-
Vivenda Unifamiliar aïllada	200,0	-	360,1

Taula 11.5: Resultats habitatge aïllat, Font: elaboració pròpia

$$P = U_{TOT} (T_i - T_e)$$

$$P = 360.1 \cdot (21 - (-12)) = 11883 \text{ W} = 11.88 \text{ KW}$$

Pèrdues per renovacions d'aire:

Es realitzen els següents càlculs:

$$P = c_p \rho \dot{V} (T_i - T_e)$$

T_i - Temperatura interior de disseny

T_e - Temperatura exterior de disseny

\dot{V} - Cabal volumètric de renovació

$$P = 0.28 \cdot 1.2 \cdot 520 \cdot (21 - (-12)) = 5766 \text{ W} = 5.76 \text{ KW}$$

Pèrdues totals:

Per conèixer la potència total es realitza la suma:

$$P_{tot} = P_{tancaments} + P_{renovacions} = 11883 + 5766 = 17648 \text{ W} = 17.65 \text{ KW}$$

$$P_s = P_{tot} / S = 17648 / 200 = 88.2 \text{ W/m}^2$$

A continuació, es mostra una taula resum on es mostren els resultats de la demanda en forma de potència que tenim pel que fa la calefacció (dels tres tipus d'habitatges) i la suma d'aquests amb un total de 1894,1 KW de potència demandada.

	Unitats	Residència plurifamiliar	Residència unifamiliar aparellada	Residència unifamiliar	TOTAL
Unitats d'habitatges	-	166	55	2	223
Superfície Habitatges	m ²	85	150	200	-
Total Superfícies	m ²	14110	8250	400	22760
Potència unitària calor	W/m ²	86,6	77,2	88,2	-
Potència Calefacció	KW	1221,6	637,3	35,3	1894,1

Taula 11.6: Resultats potències habitatges, Font: elaboració pròpia

11.3 Consum ACS

Un cop s'arriba a aquest punt, hem de tenir en compte també la demanda energètica d'aigua calenta sanitària (ACS). Per això, hem utilitzat les dades extretes de l'agència de l'energia de Barcelona, on coneixen, gràcies a mostres estadístiques, la demanda energètica anual per metre quadrat de ACS a Barcelona.

Amb aquestes dades i la temperatura mitjana de l'aigua de les Xarxes de Barcelona i Puigcerdà, es poden extrapolar les dades de demanda de Barcelona a Bellver (considerem la temperatura de l'aigua de Bellver molt semblant a la de Puigcerdà).

Temperatures mitges de l'aigua (ICAEN)

Temperatura mitja de l'aigua a la xarxa Barcelona (°C)				
gener	febrer	mig	any	
9,3	10,1	9,7	14,48	
Temperatura mitja de l'aigua a la xarxa Puigcerdà (°C)				
gener	febrer	mig	any	
5	6	5,5	9,3	

Consums d'ACS. Elaboració pròpia.(ICAEN)

Barcelona (CTE)	Bellver
Consum ACS (kWh/m ² any)	Consum ACS (kWh/m ² any)
26,7	29,7

La interpolació de les dades es realitza de la següent manera:
Amb el resultat que coneixem de Barcelona apliquem la següent fórmula:

$$Q_{\text{Bellver}} = Q_{\text{Barcelona}} \cdot (60 - T_{\text{AnyPuigcerdà}} / 60 - T_{\text{AnyBcn}}) = 29.74 \text{ KW} \cdot \text{h} / \text{m}^2$$

11.4 Graus dia i demandes energètiques mensuals

En aquest moment, intervé la variable dels graus dia; que es tracta d'un índex energètic que s'ha estudiat al llarg d'un període de temps considerable per a cada municipi de Catalunya.

Graus dia mensuals a Bellver de Cerdanya:

Municipi	Zona	Criteri		ANUAL	GEN	FEB	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DES
Bellver de Cerdanya	9	calef.	1515	2535	421	326	282	231	137	67	29	36	119	179	304	404
		calef.	1818	3404	514	409	370	312	208	119	66	77	185	256	391	497
		refr.	2121	127	0	0	0	0	2	22	52	46	5	0	0	0

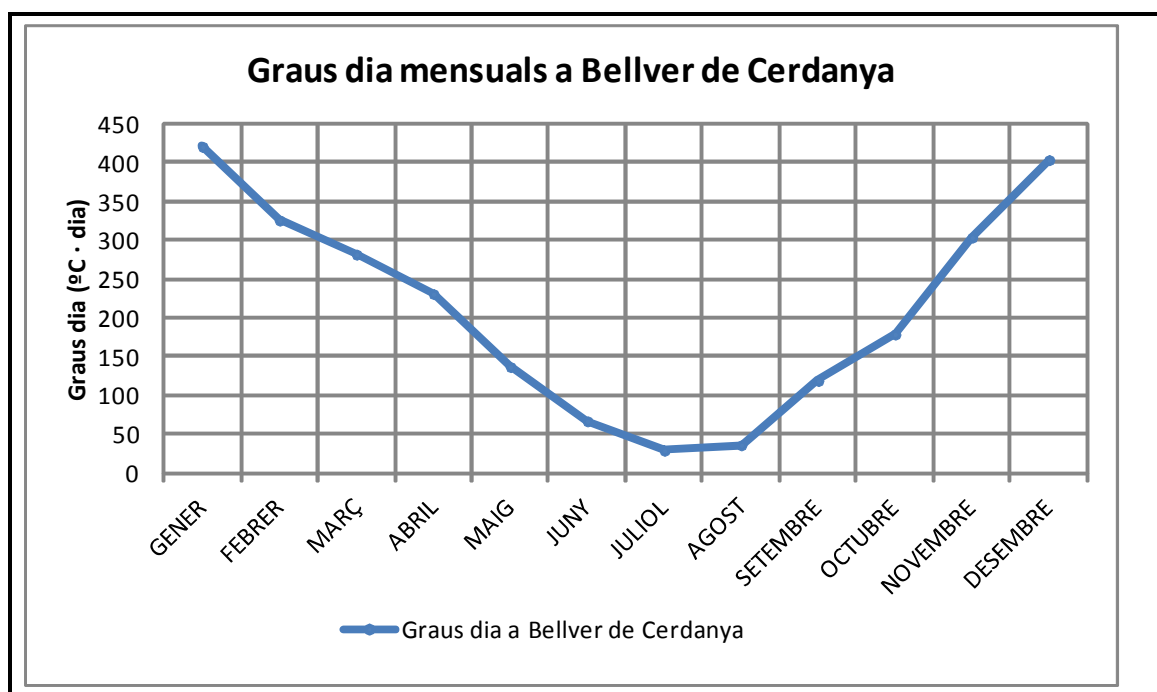


Figura 11.6: Gràfica dels graus dia. Elaboració pròpia

Per continuar amb els càlculs cal saber que l'índex de graus · dia a Bellver de Cerdanya es de 2535 graus · dia (sobre 15 graus). Això es un recompte de tots els graus de cada dia de l'any que baixen de 15 graus a l'exterior. Per posar un exemple, si la temperatura exterior mínima d'avui ha arribat a 2 graus la totalitat de graus dia per avui es de $(15 - 2 = 13 \text{ graus} \cdot \text{dia})$, així per cada dia de l'any.

La següent consideració que s'ha de tenir en compte és que s'ha fet la suposició que durant els mesos d'estiu no s'encendrà la calefacció. Per tant el nombre de graus dia final es de 2403 graus · dia.

Per continuar amb l'estudi s'han de realitzar els següents càlculs. Es convenient realitzar les gràfiques que relacionen la demanda energètica amb cadascun dels mesos de l'any per veure la tendència que hi ha. Per això realitzarem:

$$PA = \frac{P \cdot G \cdot 24 \cdot i \cdot u}{(T_i - T_e)} \quad (\text{pèrdues en } W \text{ hora})$$

La i és un factor de intermitència i la u un factor d'ús. En aquest cas considerem $i = 0,8$; $u = 0,8$.

Aplicant aquesta fórmula, obtenim les pèrdues en forma d'energia (W·h), és a dir, tenim la demanda energètica.

Es mostren els resultats en les següents taules i gràfiques segons els graus dia de cada mes i per cada tipus d'habitatge.

11.4.1 Habitatge plurifamiliar

	GENER	FEBRER	MARÇ	ABRIL	MAIG	JUNY	JULIOL	AGOST	SETEMBRE	OCTUBRE	NOVEMBRE	DESEMBRE	TOTAL
Graus dia (°C / dia)	421	326	282	231	137	-	-	-	119	179	304	404	2403
Consum energètic mensual (MW·h)	300,3	232,6	201,2	164,8	97,7	-	-	-	84,9	127,7	216,9	288,2	1714,3
Consum energètica ACS mensual (MW·h)	43,7	43,7	42,3	38,1	36,7	31,0	31,0	26,8	26,8	28,2	32,5	38,1	419,1

Taula 11.7: Demanda energètica mensual dels habitatges plurifamiliars, Font: elaboració pròpia

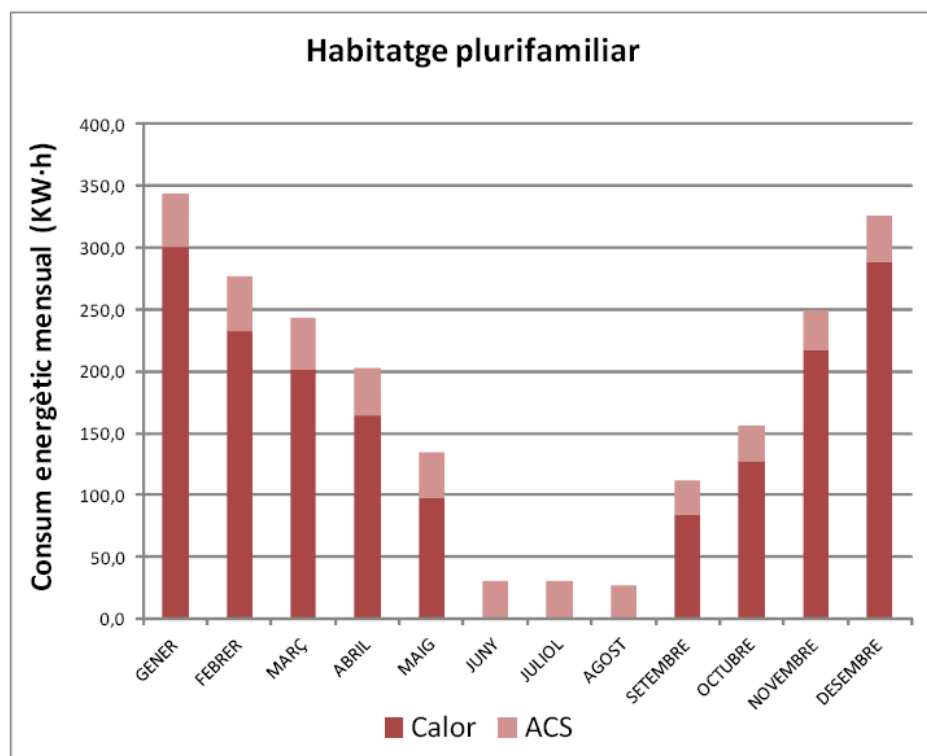


Figura 11.7: Gràfica de l'habitatge plurifamiliar. Elaboració pròpia

11.4.2 Habitatge unifamiliar aparellat

	GENER	FEBRER	MARÇ	ABRIL	MAIG	JUNY	JULIOL	AGOST	SETEMBRE	OCTUBRE	NOVEMBRE	DESEMBRE	TOTAL
Graus dia (°C / dia)	421	326	282	231	137	-	-	-	119	179	304	404	2403
Consum energètic mensual (MW·h)	174,1	134,8	116,6	95,5	56,6	-	-	-	49,2	74,0	125,7	167,1	993,6
Consum energètic ACS mensual (MW·h)	25,6	25,6	24,8	22,3	21,5	18,2	18,2	15,7	15,7	16,5	19,0	22,3	245,0

Taula 11.8: Demanda energètica mensual dels habitatges aparellats, Font: elaboració pròpia

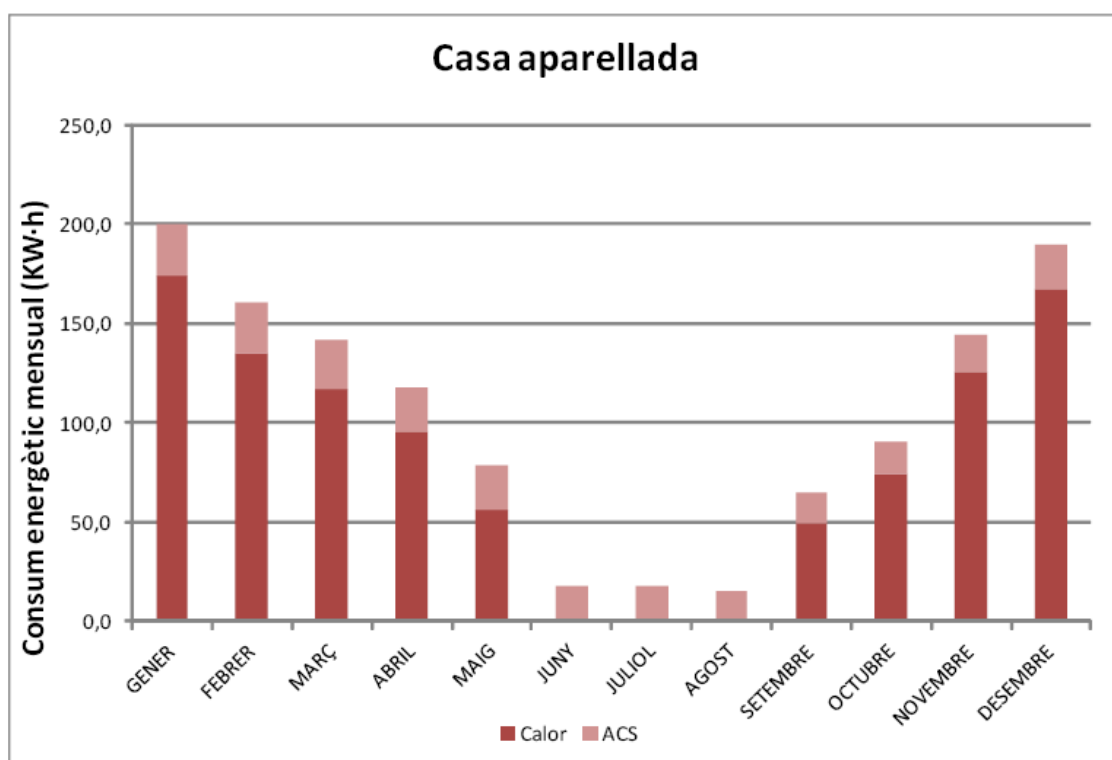


Figura 11.8: Gràfica de l'habitatge aparellat. Elaboració pròpia

11.4.3 Habitatge unifamiliar aïllat

	GENER	FEBRER	MARÇ	ABRIL	MAIG	JUNY	JULIOL	AGOST	SETEMBRE	OCTUBRE	NOVEMBRE	DESEMBRE	TOTAL
Graus dia (°C / dia)	421	326	282	231	137	-	-	-	119	179	304	404	2403
Consum energètic mensual (MW·h)	8,7	6,7	5,8	4,8	2,8	-	-	-	2,5	3,7	6,3	8,3	49,5
Consum energètic ACS mensual (MW·h)	1,2	1,2	1,2	1,1	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,9	1,1	11,9

Taula 11.9: Demanda energètica mensual dels habitatges aïllats, Font: elaboració pròpia

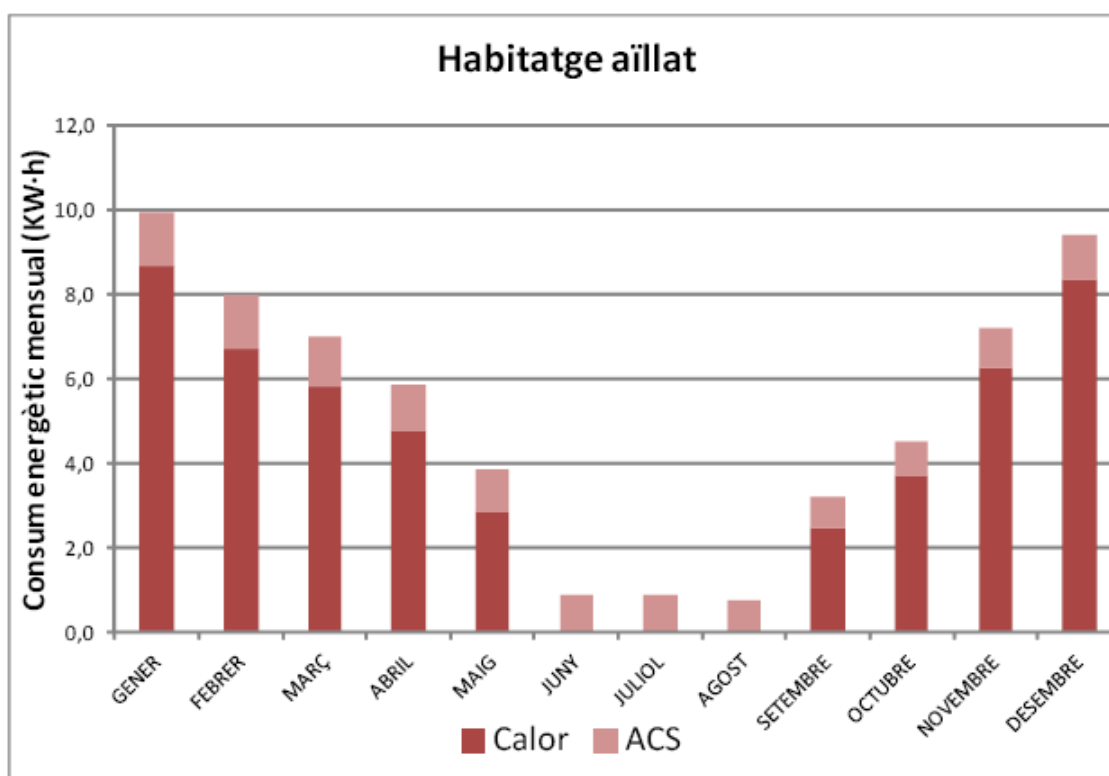


Figura 11.9: Gràfica de l'habitatge aïllat. Elaboració pròpia

Es pot observar a les taules i gràfiques anteriors, com el consum d'ACS és gairebé constant en tots els tipus de vivendes al llarg del any. Pel que fa al consum de calefacció, es dispara els mesos d'hivern, i es considera zero durant els mesos d'estiu. Tots aquests detalls a part de servir per a dimensionar les calderes; també serveixen per veure quins són els punts febles del sistema i millorar-los; per tal d'aconseguir, entre d'altres coses, una bona nota en el certificat energètic i ser vivendes més atractives per als futurs compradors.

A continuació es mostra una gràfica on es veu en forma de percentatge d'on prové el consum energètic, bé de la calefacció, o de l'aigua calenta sanitària.

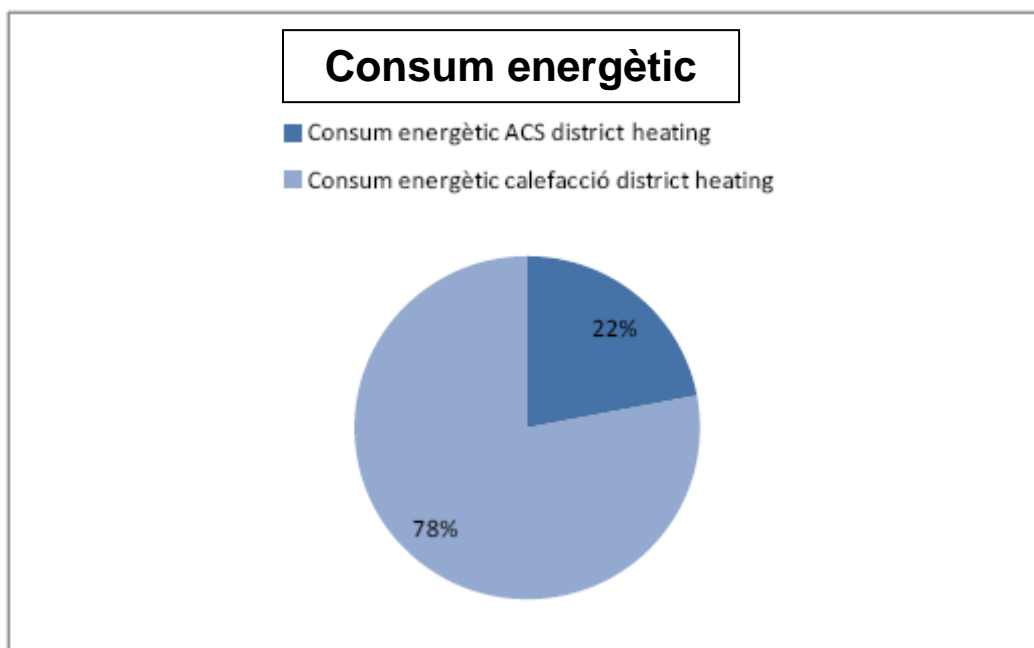


Figura 11.10: Gràfica relativa als percentatges de demanda energètica provinent de la calefacció o bé de l'ACS.

11.5 Pèrdues energètiques

Un cop tenim la demanda energètica, tant de calefacció com d'ACS, és necessari calcular les pèrdues que tenim per producció i per distribució. Abans d'això, pel que fa l'ACS, fins ara s'han obtingut resultats únicament energètics. S'ha d'assolir uns resultats d'ACS en forma de potència. Per tant intervindrà el temps, les hores operatives de servei d'ACS anuals que hi ha previstes.

Per presentar aquest resultat és important recordar la rellevància que suposa l'aspecte social en aquest tipus de projectes. En aquest cas es considera que la comunitat de veïns està d'acord en que es produeixi un cert estalvi energètic: que el subministrament de la caldera s'aturi de les 24:00 a les 6:00 fent un total de 6570 hores funcionant anuals (2190 hores apagada de dotze de la nit a sis del matí). S'ha establert aquest paràmetre, ja que es consideren hores on la gran majoria dels habitants no necessiten l'ús d'ACS.

També s'ha d'aplicar un factor de simultaneïtat. Un exemple on s'aplica aquest tipus de factor és a l'hora de calcular el consum en un hotel per a dimensionar la xarxa d'aigua calenta sanitària. Als hotels, es fa la hipòtesis de que només es necessita aigua calenta de 7.00 a 11.00 i amb això ja cobreixen la demanda.

En el nostre cas, al tractar-se de una zona residencial, el factor ha de ser diferent. S'ha fet la hipòtesis d'un factor de simultaneïtat i ús de 0,6. Per tant, al cap de l'any hi ha un total de 3942 hores operatives anuals. Amb aquesta dada es calcula la potència.

Les dades que s'han extret de l'agència catalana de l'energia també han calculat els ratis energètics amb aquesta mateixa suposició horària.

	Unitats	Residència plurifamiliar	Residència unifamiliar aparellada	Residència unifamiliar	TOTAL
Demanda energètica ACS	MW·h	419,1	245,0	11,9	676,0
Potència ACS	KW	106,3	62,2	3,0	171,5
Hores operatives ACS	h	-	-	-	3942

Taula 11.10: Resum ACS, Font: elaboració pròpia

Les pèrdues les calcularem en termes de Potència, per tant s'han d'oblidar els graus dia i els resultats energètics fins que arribi el moment de traduir-los a consum per comparar entre fonts d'energia. Per tant, és moment de treballar en termes de potència. Primer de tot s'han de calcular les pèrdues de potència que tenim al circuit de producció (Caldera + tubs + sala de calderes + Dipòsits d'inèrcia) que és aproximadament del 90% segons el fabricant de la caldera; considerant que la sala de calderes té un bon aïllament tèrmic. S'admet que per la curta distància de canonades que s'han d'instal·lar es poden depreciar les pèrdues.

Per altre banda, es consideren les pèrdues per distribució tenint en compte les pèrdues per conductivitat tèrmica dels tubs de distribució des de la caldera centralitzada i els tubs interiors dels habitatges (sumant les pèrdues dels intercanviadors i del fet de que l'aigua vagi circulant constantment). Amb això suposem unes pèrdues de 1.741 W/m·K. Es considera una mitja de 60°C de salt de temperatures durant tot el trajecte de l'aigua.

$$P = C \cdot L \cdot (T_t - T_i)$$

$$P = 1.741 \cdot 4034 \cdot (60) = 421391 \text{ W}$$

P – Potència

C – Conductivitat tèrmica

L – Longitud canonades

t – Temperatura terreny

i – Temperatura interior canonades

NOTA: Pel diferencial de temperatures hem suposat que l'aigua provinent de la caldera es troba a 90 °C i en el pitjor dels cassos a l'hivern la temperatura del terreny a la profunditat on es troben les canonades pot ser aproximadament de 10°C.

Veiem en el següent plànol la distribució proposada de les canonades: representada en vermell la xarxa d'aigua calenta, i en blau la de retorn.

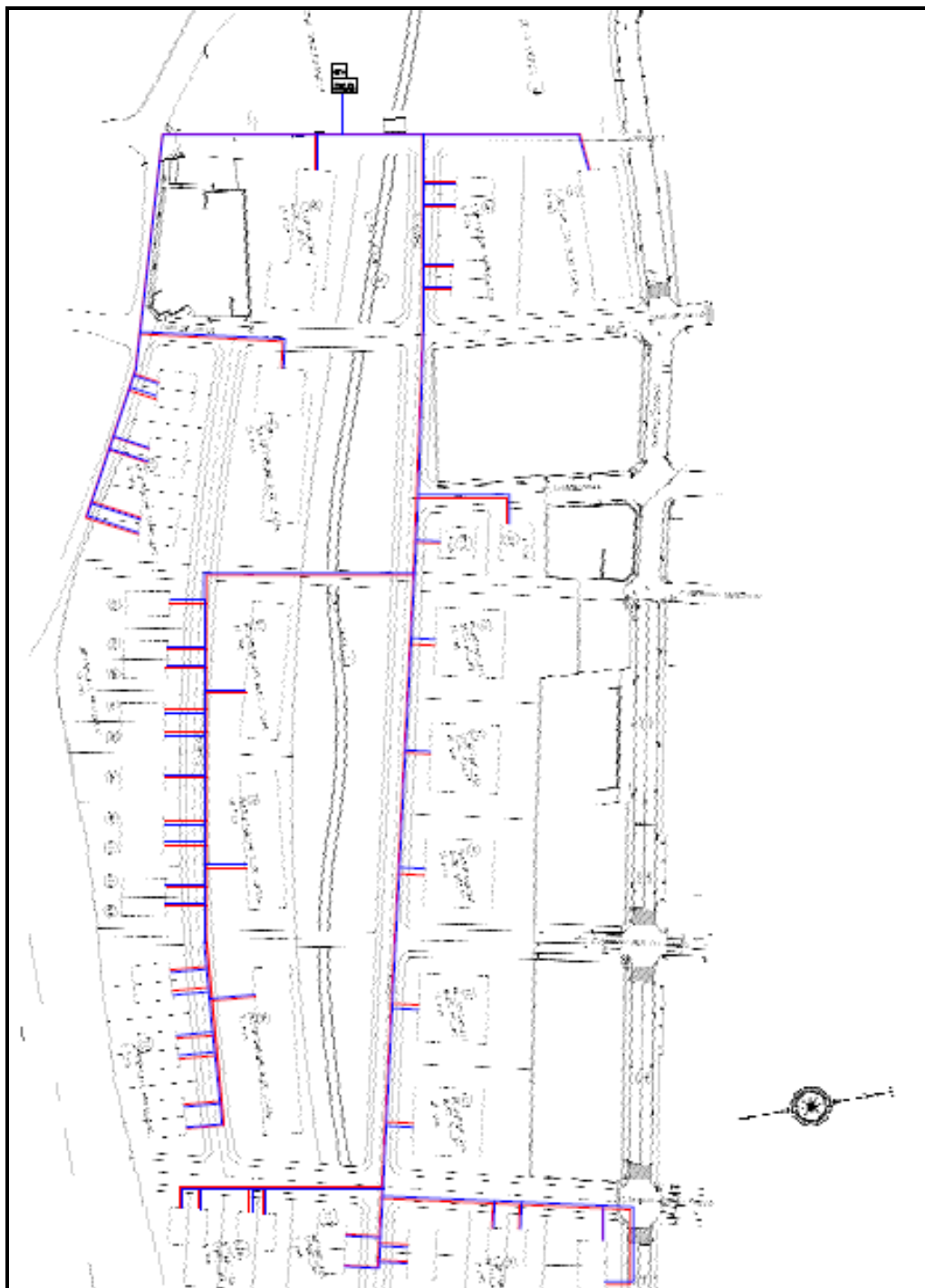


Figura 11.11: Detall de la distribució de les canonades

Finalment amb un gràfic circular es mostra com queden distribuïdes les pèrdues en funció si provenen de la part de la producció de l'energia, o bé de la distribució. Com és d'esperar, queda clar que les pèrdues per distribució son gairebé el doble que les de producció a causa de les distàncies de la xarxa de canonades.

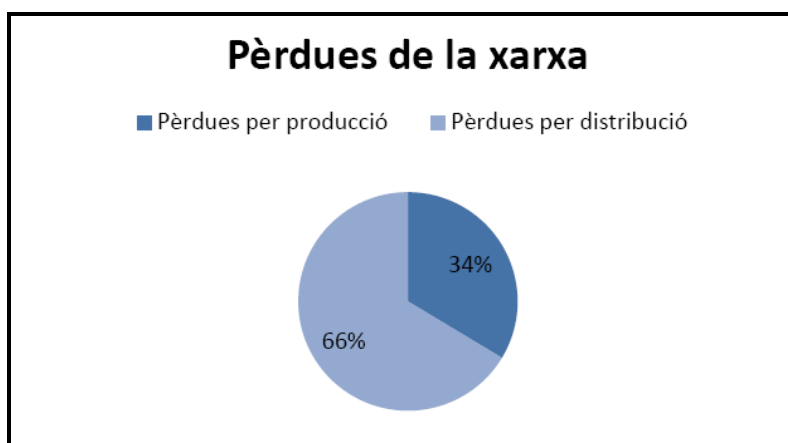


Figura 11.12: Percentatge de pèrdues de la xarxa

Per acabar, s'adjunta una taula resum amb els resultats finals.

	Unitats	Residència plurifamiliar	Residència unifamiliar aparellada	Residència unifamiliar	TOTAL
Unitats d'habitatges	-	166	55	2	223
Superfície Habitatges	m ²	85	150	200	-
Total Superfícies	m ²	14110	8250	400	22760
Potència unitària calor	W/m ²	86,6	77,2	88,2	-
Potència Calefacció	KW	1221,6	637,3	35,3	1894,1
Potència ACS	KW	106,3	62,2	3,0	171,5
Potència total	KW	1327,9	699,4	38,3	2065,6
Pèrdues per producció	KW	132,8	69,9	3,8	206,6
Pèrdues per distribució	KW	262,0	138,0	7,6	407,5
POTENCIA TOTAL CONSUMIDA	KW	1722,7	907,4	49,7	2679,7
Graus Dia	(°C · dia)	2403	2403	2403	2403
Factor corrector	(h/°C)	0,4672	0,4672	0,4672	0,4672
Consum energètic ACS district heating	MW·h	419,1	245,0	11,9	676,0
Demanda energètica calefacció district heating	MW·h	1371,4	715,4	39,6	2126,5
Consum energètic calefacció district heating	MW·h	1490,7	777,7	43,1	2311,4
CONSUM ENERGÈTIC TOTAL DISTRICT HEATING	MW·h	1909,8	1022,7	55,0	2987,4
Consum energètic total ACS producció descentralitzada	MW·h	374,8	228,5	10,5	613,8
Demanda energètica total calefacció producció descentralitzada	MW·h	1371,4	715,4	39,6	2126,5
Consum energètic total calefacció producció descentralitzada	MW·h	1863,4	972,1	53,8	2311,4
CONSUM ENERGÈTIC TOTAL PRODUCCIÓ DESCENTRALITZADA	MW·h	2238,1	1200,6	64,4	3503,1

Taula 11.11: Resum general segons el tipus de combustible, Font: elaboració pròpia

BLOC IV

12. Possibles solucions descartades

Tot seguit es farà un breu resum dels tipus de calderes que s'han decidit descartar. Partint de la informació extreta de diverses webs, ens hem decantat per eliminar els exemples que es mostren en aquest apartat. Lògicament, a l'apartat que fa referència a la solució escollida, es comparen els diversos resultats obtinguts amb les dades que no s'han contrastat, per assegurar-nos que l'elecció és correcta:

12.1 Calderes de gasoil

Aquesta solució seria la menys recomanable, tant a nivell econòmic, com a nivell medi ambiental. Fins fa pocs anys era la solució més pràctica amb diferència, ja que aquestes calderes eren relativament assequibles, de llarga durada i el gasoil era força barat. La situació econòmica actual, i els preus del gasoil, fan que aquesta proposta no sigui tant atractiva a nivell econòmic.

Veiem com a exemple la següent situació:

Dades de consum:

Superfície calefactada: 400 m²
Potència de la instal·lació: 40 kW
Hores de funcionament: 1800 h/any
Consum anual: 72.000 kWh/any

En el cas del **gasoil**, partirem de les següents dades:

Poder calorífic del gasoil: 10,00 kWh/kg
Preu gasoil: 0,68 €/kWh
Increment anual del preu: 15%
Inversió: 2930 € (1430 € de la caldera i 1500 € instal·lació)

Preu energia: 0,68 €/kWh

12.2 Calderes de gas natural

És una solució molt pràctica, ja que les empreses distribuïdores d'aquest tipus d'energia posen moltes facilitats; però a la llarga resulta una gran despesa econòmica. A nivell ambiental també genera molts dubtes. Aprofitant l'exemple anterior, i partint de les mateixes dades, observem el preu del gas natural:

Preu **gas natural**: 0,040 €/kWh
Inversió: 1915 € (1565 € caldera i 350 € instal·lació)

Si comparem aquestes dades amb el supòsit d'una instal·lació de biomassa veiem quina és l'opció més econòmica (a part de la més respectuosa amb el medi ambient):

Poder calorífic de la biomassa: 5,00 kWh/kg

Preu **biomassa**: 0,08 €/kWh

Increment anual: 5%

Inversió: 8.844 € (5.844 € caldera i 3000 € instal·lació)

En aquest cas s'ha de tenir en compte que les ajudes poden representar fins a un 50% d'aquesta inversió, de manera que les subvencions tenen un paper força important. Fet que provoca que el preu final de la biomassa és de 0,016 €/kWh.

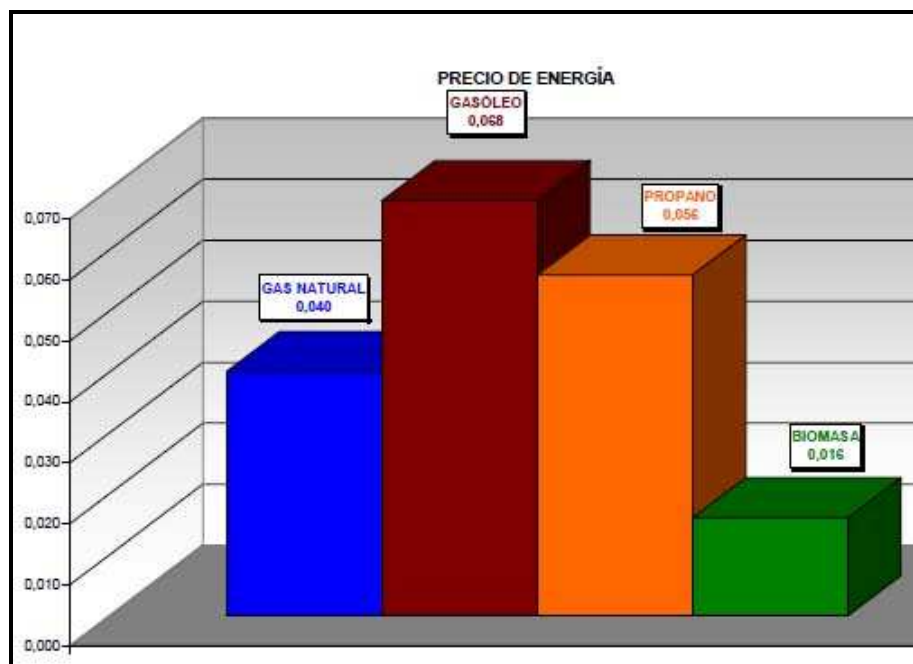


Figura 12.1: Preus de les diverses energies

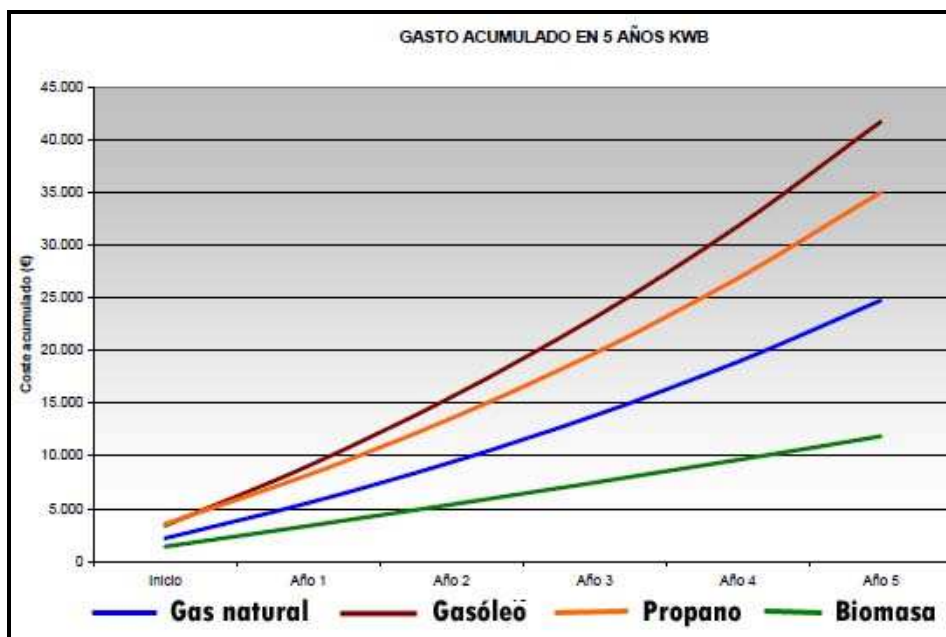


Figura 12.2: Despesa acumulada en 5 anys

12.3 Calderes individual de pèl·let

Ha quedat demostrat que la utilització de biomassa és la més atractiva. És el moment de descartar un tipus de biomassa: el pèl·let. En aquesta proposta, la idea consistia en que cada pis posseeixi la seva pròpia caldera de pèl·let. Entre les solucions descartades, aquesta és la més respectuosa amb el medi ambient.

El gran problema que ens trobem en aquest cas, és la necessitat de comprar diverses estufes i calderes i això augmenta el preu d'una manera molt important. Per altre banda, a nivell pràctic també genera molts dubtes, ja que tot i l'elevat poder calorífic del pèl·let, seria important tenir força reserva just al costat de les estufes, de manera que això ocuparia molt espai, i tenint en compte les dimensions dels pisos, és un dels punts negatius. Alhora, a part de l'emmagatzematge de l'energia, també s'ha de tenir en compte que s'ha de portar fins el pis, feina que resultaria molt feixuga per a qualsevol veí.

El preu en aquest cas també és un pèl més elevat que el de l'estella forestal, i si tenim en compte la situació i el context actual de Bellver de Cerdanya encara resulta més evident que l'aposta s'ha de centrar en l'estella forestal.

► **Comparativa preus reals de diferents combustibles.**
Preus posats a destí. (Gener 2010)

Font energia tèrmica	Preu
Electricitat	117,76 €/MWh
Gasoil C	75,92 €/MWh
Gas natural	52,14 €/MWh
Pèl·let de fusta verge a granel	48,61 €/MWh
Pinyol d'oliva Qualitat 1	33,93 €/MWh
Pinyol d'oliva Qualitat 2	31,78 €/MWh
Pinyol d'oliva Qualitat 3	29,10 €/MWh
Clofolla d'ametlla	26,21 €/MWh
Estella industrial al 40%	18,02 €/MWh
Estella forestal Ripollès (servei extern)	17,78 €/MWh
Estella forestal Ripollès (CEINR)	14,92 €/MWh

Taula 12.1: Preus reals de diferents combustibles, Font: Consell Comarcal

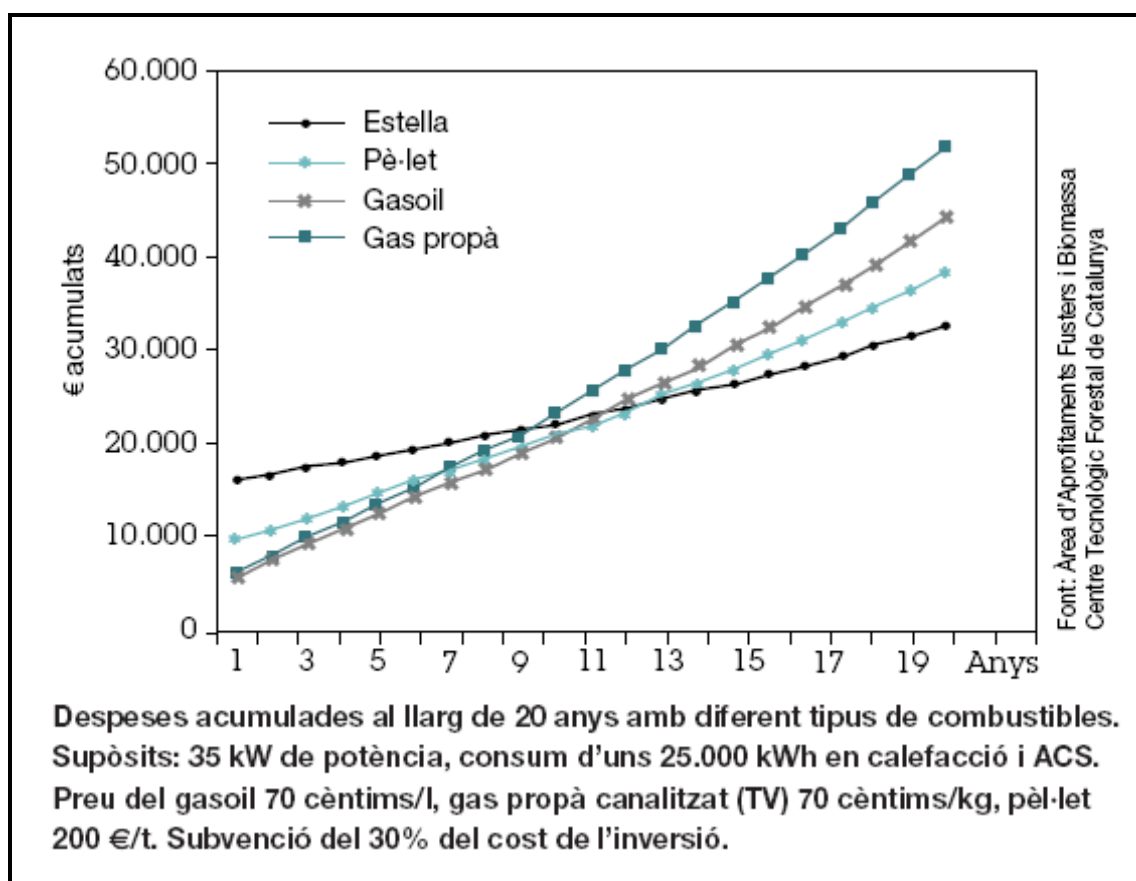


Figura 12.3: Despesa acumulada al llarg de 20 anys amb diferents combustibles

Les calderes d'estella es comencen a amortitzar a partir de potències de calefacció de 35-40 kW. Per això, aquestes calderes són idònies en masies, calderes col·lectives, granges, instal·lacions esportives, centres educatius, indústries, xarxes de calor, etc, ja que el factor clau per a la viabilitat econòmica de la inversió és el nombre anual d'hores de demanda de calor i la relació entre la demanda mitjana i la demanda màxima.

L'elevada inversió inicial per adquirir una caldera d'aquest tipus, que sol tenir un preu entre dues i tres vegades el preu d'una caldera convencional, disposa d'ajuts de les institucions que oscil·len entre el 30 i el 50% de la inversió segons destinatari.

Partint de tots aquests supòsits; és el moment de comprovar que són correctes, i descobrir quins són els costos i beneficis del nostre cas en concret.

13. Avaluació de la solució escollida: *District heating*

Repensant el cas de les calderes de pèl·let es pot arribar a la conclusió que el principal problema és l'emmagatzematge, de manera que una manera de solucionar-ho és ajuntar totes les calderes individuals, en una comunitària per a cada bloc de pisos. Si fem cas a la lògica, enlloc d'utilitzar calderes de pèl·lets, seria millor utilitzar-ne d'estella, ja que així podríem donar sortida a una part de la biomassa que es genera al bosc públic de Bellver, essent un negoci rodó per les dues parts: el poble generaria llocs de treball i afavoriria l'ús d'energia renovables, i per part dels veïns aconseguirien una energia més respectuosa amb el medi ambient i relativament assequible.

Portant aquesta idea a l'extrem, s'arriba a la conclusió que la solució més pràctica, seria posar dues grans calderes que abastessin tota la nova zona de creixement, de manera que no s'hauria d'anar carregant de biomassa les sitges de cada bloc de pisos, sinó carregar les dues principals i així estalviar costos; alhora s'aconseguiria un major rendiment, enlloc de tenir una sola caldera. Aquesta solució s'anomena *District heating*. Aquestes dues grans calderes generals poden anar acompanyades de petites calderes (bé de gas natural o gasoil) en cas d'ajuda per al mesos més extrems i per tant de més demanda. A continuació s'explicarà el cas en concret del projecte.

Per a cobrir les necessitats de calefacció i aigua calenta sanitària d'habitatges unifamiliars o edificis petits es poden utilitzar calderes de fins a 40 kW de potència, mentre que un sistema de *district heating* pot oscil·lar entre els 500 i els 2.000 kW de potència.

Lògicament les opcions escollides finals seran escollides pels constructors, ells seran els encarregats de decidir si utilitzar una o dues calderes de biomassa, si són necessàries calderes de suport, o el tipus de calefacció que volen a les llars. En aquest últim cas té molts més avantatges el terra radiant respecte els radiadors, ja que tant sols escalfen l'aigua fins a 30-35°C, mentre que amb els radiadors s'ha de portar fins als 70-75°C. Com és comprensible, l'opció del terra radiant és molt més eficient energèticament.

A continuació s'explicarà el cas en concret del projecte, tenint en compte totes les dades obtingudes anteriorment en aquest treball, i respectant la informació mostrada en els altres apartats. Les particularitats d'un *District heating* són les següents:

Hi ha una xarxa de distribució de l'energia tèrmica que connecta el local tècnic central (on es genera l'energia tèrmica) amb els edificis o habitatges als quals dona servei de calefacció i/o ACS.

Mitjançant un bescanviador, es transfereix l'energia calorífica al circuit intern de l'usuari concret. Cada usuari té un sistema de cessió, comptatge i gestió de l'energia que permet adequar les característiques de subministrament a les seves necessitats concretes i que comptabilitza l'energia consumida real.

Centralitzar els sistemes generadors fa que els usuaris no necessitin els seus equips individuals (per exemple, la caldera mixta habitual en un habitatge d'un bloc de pisos).

En aquesta tipologia de sistemes es poden aconseguir rendiments més elevats que en sistemes individuals, ja que en tractar-se de sistemes grans, s'acostumen a seleccionar els equips per la seva fiabilitat i rendiments més que pel seu cost inicial. Això fa que normalment es triïn els sistemes disponibles al mercat amb millors rendiments i fiabilitat.

La centralització obre la porta a ampliar el sistema generador més enllà del que és obligatori, donant-li suport amb energies renovables, aprofitant les energies residuals o amb sistemes de cogeneració.

13.1 Particularitats del sistema

La caldera hauria de ser de 2500KW de potència. Aquesta s'ha escollit a partir dels resultats energètics obtinguts i amb l'ajuda d'experts del sector. L'altre opció que es contempla és la instal·lació de 2 calderes de diferent potència, fent que una fos el suport de l'altre. Aquest fet abaratiria la inversió total, i alhora el consum ja que es podria fer que funcionés únicament una d'elles en funció de la demanda d'energia, per tant, la millor solució seria la instal·lació d'una de 1500KW i l'altre de 1000 KW aproximadament. Per desgràcia, el pla parcial del sector ja s'ha vist aprovat, de manera que els constructors poden decidir quin sistema utilitzar; però també s'ha de ser conscients del poder de l'ajuntament sobre els constructors, fet que podria decantar la balança cap al sistema energètic que aprofités la biomassa forestal. A continuació s'explicarà la resta de parts essencials en el nostre sistema, les diverses opcions de mercat; i quina és la més adient pel nostre cas concret:

13.1.1 Sistemes d'emmagatzematge i alimentació

Els sistemes d'emmagatzematge del biocombustible són una de les particularitats pròpies dels sistemes de biomassa i que no tenen els sistemes que funcionen mitjançant combustibles fòssils clàssics. També és la causa habitual que les instal·lacions ocupin espais més grans i és una de les parts més complicades durant l'execució a causa del volum i de la rigidesa d'instal·lació. A Bellver situaríem la sitja al costat de les ja existents:



Figura 13.1: Zona de la nova instal·lació

Tipologies de sitges segons el material constructiu

Hi ha sitges prefabricades i sitges dissenyades i construïdes al detall per a una instal·lació en concret. Quan construïm una sitja al detall, el dimensionat que tingui estarà relacionat amb el sistema d'alimentació entre la sitja i la caldera.

A continuació es detallen algunes de les característiques més rellevants dels diferents tipus que hi ha al mercat:

Sitja prefabricada tèxtil

Es tracta de sitges fabricades amb diferents material tèxtils resistents, amb una capacitat d'emmagatzematge limitada, compresa entre 1 i 5 tones. A l'hora de carregar-la de biocombustible s'ha de tenir cura en que la pressió del sistema pneumàtic de càrrega no superi la pressió tolerada pel fabricant.

El principal avantatge és el baix cost comparat amb el de les sitges d'obra. Es tracta d'un producte ja preparat de fàbrica per a un emmagatzematge de qualitat que evita les humitats. Té limitacions en capacitat d'emmagatzematge i també a l'hora d'accedir al seu interior per a fer-hi possibles tasques de manteniment.



Figura 13.2: Sitja prefabricada rígida

Es tracta de sitges prefabricades amb material rígids com l'alumini, la fusta i el ferro. La seva capacitat és semblant a les anteriors, entre 5.000 i 6.000 Kg de biocombustible, però són més rígides i no les afecta tant la pressió de càrrega.

Són productes industrials en què el fabricant o el proveïdor pot donar garanties sobre tots els requisits necessaris per a fer un emmagatzematge correcte. A més, acostumen a tenir un muntatge fàcil, ja que vénen desmuntades en peces per a facilitar-ne el transport. Per contra, el seu preu pot ser més elevat que el de les sitges tèxtils.

També hi ha sitges prefabricades preparades per anar soterrades, en què l'alimentació del biocombustible es fa a través d'una arqueta. Aquestes permeten salvar problemes d'espai, però s'han d'instal·lar amb molta cura per evitar trencadisses per on es pugui filtrar humitat en un futur ja que, un cop soterrades, substituir-les és costós.

Sitja d'obra

Per sitja d'obra s'entén la sitja que s'ha dissenyat i executat al detall per a una instal·lació i unes necessitats concretes. Aquesta serà el fet més comú per a instal·lacions que no siguin petits, com és el nostre cas. Hi ha una gran varietat de materials de construcció que es poden fer servir per a construir una sitja (alumini, ferro, fusta, formigó), però sempre hauran d'evitar que el biocombustible absorbeixi humitats.

Així, segons el disseny de la sitja, podrem tenir un tipus de càrrega o una altre (pneumàtic, per camió bolquet), a diferència de les prefabricades, que gairebé sempre només són adients per a càrrega pneumàtica i, per tant, per a biocombustible granulats.

El fet de controlar-ne el disseny permet ajustar l'aprofitament de l'espai útil disponible per a emmagatzemar el biocombustible, però és imprescindible un bon assessorament per no obviar totes les característiques necessàries que ha de complir la sitja. Per exemple, si es dissenya una sitja per a càrrega amb bolquet, és possible que el camió que transporta el biocombustible s'aturi sobre el sostre de la sitja i, per tant, aquesta consideració s'ha d'internalitzar en el càlcul de càrrega de l'estructura de la sitja.

Aproximadament, comparant les potències totals consumides anualment la biomassa de la sitja s'hauria de renovar cada 15 dies. I les dimensions que ha de tenir tal i com es mostra al plànols de la distribució a l'annex II és de 25x25x3,6 es a dir un volum total de 2250 m³.



Figura 13.3: Instal·lacions ja existents a Bellver

13.1.2 Sistemes d'alimentació

L'alimentació del biocombustible a la caldera depèn de la tipologia de sitja, de la seva posició vers la caldera i del tipus de biocombustible emprat. Els sistemes van des de petits dipòsits adossats a les estufes i les calderes petites, amb càrrega manual, a sistemes pneumàtics o sistemes amb vis sens fi, que s'encarreguen d'anar subministrant el biocombustible al cremador de la caldera segons demanda.

A continuació, es detallen els diferents tipus de sistemes d'alimentació que es poden trobar en instal·lacions de biomassa.

Tremuja adjunta

És el sistema d'emmagatzematge i alimentació més elemental, senzill i econòmic. Consisteix en un simple receptacle, adossat a la caldera (o dins, com és el cas de les estufes i algun model de caldera), que permet una reserva de combustible per a poques hores o uns dies.

Permet el funcionament automàtic del sistema, ja que el cremador pot agafar el combustible automàticament, sense que hi hagi d'intervenir l'usuari. L'usuari haurà de recarregar periòdicament la tremuja de manera manual.

El magatzem important de biocombustible típicament serà al garatge, o a un cobert, ja sigui en una pila de sacs o amb el mateix palet en què arriba amb el camió quan s'adquireix. És important vigilar que aquesta reserva de combustible no s'humitegi, ni pugui provocar situacions de risc per foc.

Normalment s'usa en equips dissenyats per a combustibles granulats i de petita potència, com el pèl·let, el pinyol d'oliva i similars. És poc habitual en sistemes per estelles, ja que la seva autonomia seria mínima, a causa de la baixa densitat d'aquest biocombustible.

Normalment a la base de la tremuja hi haurà un vis sens fi, que alimenta el cremador directament. Amb els sistemes de més qualitat i més segurs, aquesta alimentació es fa amb dos visos, un dels quals alimenta el vis sens fi del cremador mateix i, d'aquesta manera es redueix el risc de retorn de foc.

També per seguretat, és important que la tremuja tingui una tapa, i que sigui el més estanca possible. Això sempre reduirà el risc de retorn de foc.

Sitja amb vis sens fi

Com el seu nom indica, es tracta d'un cargol sens fi, ubicat entre la sitja i l'alimentació de la caldera, que s'encarrega d'alimentar el cremador de la caldera amb biocombustible, segons demanda.

La sitja s'habilita amb pendants que agrupen el biocombustible a la part de la base, on hi ha el vis sens fi. Aquest alimenta el cremador de la caldera segons demanda, directament o bé mitjançant un altre vis sens fi (el de la caldera que alimenta el cremador) o una tremuja intermèdia.

Sitja amb ballestes

La ballesta és un sistema de braços flexibles o articulats, ubicats dins la sitja, que van remouent el fons del dipòsit. D'aquesta manera es trenca l'efecte volta que pugui formar l'estella. Així, la ballesta és un bon sistema d'alimentació quan el biocombustible és estella. Aquest sistema també és compatible amb biocombustibles granulats i garanteix una bona alimentació del vis sens fi.

Amb un sistema de ballestes, la sitja no necessita afegir pendants per a garantir que el biocombustible es desplaci correctament al vis sens fi. En permetre un fons pla, s'aprofita millor el volum de la sitja, ja que són els braços de les ballestes els que permeten una bona distribució del biocombustible. Per tant, amb aquest sistema, s'augmenta l'autonomia de la sitja.

La ballesta pot tenir el motor acoblat a la part baixa. Si és així, el motor queda, doncs, dins la sitja i, per tant, s'han de tenir en consideració les especificacions del RITE, que no permet cap instal·lació elèctric dins del dipòsit de combustibles. Així, caldrà aïllar el motor de la ballesta perquè estigui clarament protegit quant al risc de foc.

Sitja amb terra mòbil

La sitja amb terra mòbil permet grans acumulacions de biocombustible i és, per tant, una opció a considerar en instal·lacions de mitjana i gran potència.

El sistema es basa en unes peces al terra, de geometria dentada, que fan moviments de va i ve, fent avançar el combustible cap a un costat de la sitja. El moviment requereix grans forces i per això es fa mitjançant pistons hidràulics.

A la banda de la sitja on el terra mòbil acumula el biocombustible, hi ha un o més visos sens fi que, igual que en el cas anterior, alimenten finalment les calderes. En instal·lacions molt grans es pot trobar que els visos sens fi han estat substituïts per un sistema de pistons hidràulics de càrrega, que empenyen el biocombustible dins la caldera.

Sitja amb sistema pneumàtic

El sistema pneumàtic d'alimentació de sitges és el més habitual arreu d'Europa per a instal·lacions petites, a causa de la seva senzillesa i adaptabilitat en ubicacions a l'hora de subministrar pèl·let a la caldera.

El sistema pneumàtic consta d'un motor de compressió i de dues mànegues flexibles, d'un diàmetre aproximat de 70 mm, que es connecten a la part de la sitja on s'acumula el pèl·let. Una mànega és per on passa el biocombustible i l'altra s'encarrega de conduir l'aire que es trasllada amb el biocombustible de retorn a la sitja. A la caldera, normalment hi ha un cicló que separa l'aire del combustible i un ventilador que el succiona (extern o incorporat a la caldera) i el retorna a la sitja evitant que els fins que es generen s'acumulin a la caldera.

La sitja pot estar a una distància de 15 o 20 m, en horitzontal, de la caldera. Es limita la distància per a limitar alhora la força del compressor i evitar la creació de fins.

La sitja i la caldera també poden estar a cotes diferents, però la pèrdua de càrrega en vertical és aproximadament tres vegades superior a l'horitzontal. Així es pot considerar que cada metre de desnivell equival a 3 metres de recorregut horitzontal. És a causa de la poca alçada que poden salvar els sistemes pneumàtics que les sitges acostumen a trobar-se a la planta baixa o planta subterrani.

13.1.3 Sistema d'encesa

En el cas de Bellver s'instal·larien calderes amb un sistema d'encesa automàtica. Permeten encendre el cremador sense que hi intervingui l'usuari. Els dos sistemes més habituals són per resistència o per bufador. Normalment el més utilitzat és el de l'encesa per bufadors quan es tracta de sistemes grans i cars, degut a la seva alta fiabilitat. Són semblants als assecadors domèstics però mouen menys cabal d'aire a una temperatura molt més alta. És aquest cabal d'aire el que encén el gas combustible pujant la temperatura fins a la ignició. La part negativa d'aquesta opció és que es força sorolls.

El procés d'encesa automàtica es produeix seguint els següents passos:

- Inicialment la cambra de combustible és buida i l'equip introdueix de manera automàtica la quantitat de combustible adequada.
- El sistema d'encesa de la caldera comença a pujar la temperatura a la cambra de combustible fins que, per gasificació, el biocombustible comença a produir una mica de fum (gas combustible).
- La temperatura va pujant fins que arriba a la temperatura d'ignició del gas combustible. Per a encendre el gas, no cal flama directa sinó una barreja de gasos combustibles a la temperatura d'ignició, que volta els 270-280 °C.

- De mica en mica, el foc es va estenent per tot el combustible del cremador. Per a facilitar aquest procés, normalment durant una estona, la caldera no introdueix nou biocombustible perquè en moure'l, es dificulta el procés. L'equip passa per un estat transitori en què la potència del sistema va augmentant.
- Es pot saber si hi ha flama observant la fotocèl·lula que solen portar incorporats els cremadors autònoms.

També és important tenir en compte el sistema de control de cremadors. S'acostuma a utilitzar un sistema de control per etapes, que regula tots els sistema de manera electrònica per tal d'optimitzar el procés. D'aquesta manera és pot intentar que la caldera treballi molt més temps sense necessitat de parar, evitant així haver d'iniciar altre cop el procés i aconseguint un millor manteniment de la caldera.

13.1.4 Sistemes de neteja

En calderes de l'estil que s'haurien d'instal·lar a Bellver, acostumen a portar sistemes de neteja del cremador i del bescanviador totalment automàtics i autònoms. La única part on s'ha d'intervenir és a l'hora de la recollida de cendres. És inevitable per les característiques de la biomassa que és generin cendres, però aquesta neteja s'ha de realitzar molt esporàdicament.

13.1.5 Dipòsits d'inèrcia

Les calderes de biomassa regulen la seva potència en funció de la seva pròpia temperatura i la necessitat de demanda. Així, si no tenen demanda s'aturen, fet que deriva en una baixada de rendiments.

Com a l'estiu tant sols hi haurà demanda d'ACS, es dota el circuit de calefacció d'un dipòsit inercial. La caldera mantindrà la seva aportació fins que la sonda de la part baixa del dipòsit arribi a la temperatura desitjada. D'aquesta manera s'allarguen els cicles de treball de la caldera.

Pel nostre cas, la decisió que s'ha pres és la d'instal·lar 2 dipòsits de 10000 litres cadascun. S'ha arribat a aquesta conclusió a través d'assegurar-nos del correcte funcionament de les instal·lació d'Alp o de Bellver ja existents, que amb una potència anual de 1200KW utilitzen 2 dipòsits d'inèrcia de 8000 litres; de manera que en el nostre projecte creiem que aquests serien els dipòsits adequats.



Figura 13.4: Dipòsits d'inèrcia de Bellver

13.1.6 Sistema hidràulic: circuit tancat

Existeix la necessitat en aquest tipus de circuits de controlar la inèrcia que es genera, fet que obliga tenir un sistema de refrigeració d'emergència. Aquest consisteix en un serpentí banyat per l'aigua del bescanviador de la caldera mateixa, pel qual, quan cal refrigeració d'emergència, es fa passar aigua de la xarxa i l'enviem al desguàs, extraient calor per a evitar un sobreescalfament. Quan l'aigua passa dels 100°C, la vàlvula deixa passar aigua fins que el sistema es refreda.

13.1.7 Instal·lació per a la distribució

En aquest cas la part més important són les canonades i el seu aïllament. El que es vol aconseguir és que el diferencial de temperatures entre la temperatura del circuit d'aigua calenta i el retorn de l'aigua, després de l'ús de cada veï direcció a la caldera, sigui el més gran possible. És a dir, interessa que la temperatura de servei que per aquest tipus d'instal·lació sigui d'uns 90°C al camí de la caldera cap als habitatges, i que es mantingui a altes temperatures per intentar minimitzar les pèrdues. Per això s'ha d'escollir una xarxa de canonades amb un molt bon aïllament. Però un altre punt que farà reduir les pèrdues és el fet que l'aigua torni a baixa temperatura, ja que una instal·lació de district heating està en constant moviment i per tant les pèrdues per distribució poden arribar a ser un problema de cara a la seva viabilitat.

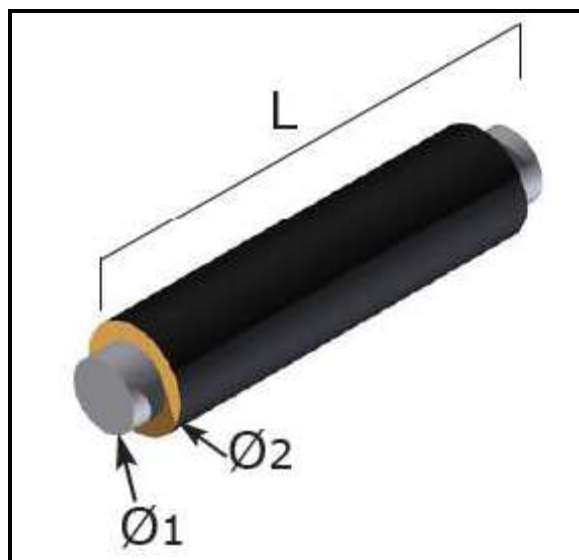


Figura 13.5: Esquema canonades i aïllament

13.2 Bosc a tractar

Per començar, s'hauria de tenir en compte la redacció de plans de massís, en els quals s'haurien de definir clarament els criteris d'explotabilitat i no-explotabilitat basant-se en l'accessibilitat.

Per grafiar les zones explotables cal un mapa de pendents, un mapa de la xarxa de camins de desembosc i un sistema d'informació geogràfica. En el cas dels camins, però, caldria reunir la informació continguda en els plans tècnics i en altres instruments d'ordenació forestal, en els inventaris de camins comarcals i en altres fonts, per dibuixar la xarxa de manera exhaustiva.

Com a criteri general, i tenint en compte la maquinària actual disponible, són explotables les zones situades a menys de 40-50 metres per sobre d'un camí i 70-80 metres per sota, que són desemboscables amb un cable. A aquestes superfícies caldria afegir-hi els vessants transitables amb tractors forestals, amb pendents longitudinals inferiors al 40%, sempre que el pendent transversal sigui inferior al 10% i hi hagi poca pedregositat.

Finalment, caldria excloure les zones amb pendents superiors al 100%, encara que siguin properes a un camí, per raons de seguretat dels treballadors.

A les zones on l'objectiu prioritari sigui l'explotació forestal, s'ha d'evitar l'aplicació de models silvícoles insostenibles econòmicament i centrar-se en l'aplicació d'una silvicultura intensiva, amb maquinària moderna i personal professional, ja que, en cas contrari, la tendència continuarà sent l'abandó progressiu del bosc.

Tanmateix, si bé en alguns tipus de bosc serà viable l'aplicació de models intensius i amb finalitats clarament productives, en altres tipus de bosc, en què el producte obtingut no pugui superar els costos d'explotació, i mentre no canviï el mercat, els models silvícoles més realistes seran els que garanteixin la mínima despesa i les mínimes intervencions a mitjà termini.

En definitiva, els mitjans humans i materials de les empreses dedicades a l'explotació forestal són limitats i, per tant, els hem de dirigir allà on siguin més eficients.

Amb l'ajuda de diversos texts relacionats amb el tractament previ a la utilització de la biomassa forestal com a font energètica i els experts del Consell Comarcal, s'explica que de les prop de 11000 tones de creixement anual de biomassa als boscos de Bellver, es considera que per problemàtica d'accés als boscos i manca de recursos de personal i econòmics es disposa de 3000 tones de biomassa anual inicialment.

Biomassa total (Tn/any)	11000
Biomassa corregida (Tn/any)	3000
PCI (KW·h/Kg)	3,6
Potencial energètic (MW·h)	10800

Taula 13.1: Biomassa total a Bellver de Cerdanya i biomassa corregida, Font: elaboració pròpia

Amb el resultat de l'anterior taula del potencial energètic hem de veure si podem satisfer el *district heating* de la zona de nou creixement del poble. Les dades extretes del ajuntament ens diuen que actualment es cremen anualment aproximadament 250 tones es a dir que es disposaria de 2750 tones restants.

A continuació es mostren tres mapes de la zona del poble, de sectors que podrien començar a ser tractats a partir de l'any que ve. Són espais on el que s'intenta també és aconseguir fer tallafocs, així s'aconsegueix un altre dels objectius plantejats. Aquests sectors estan distribuïts dos en zones d'obaga (a prop de Bor i Nas) i un altre a la solana (al costat de Talltendre). Aquestes zones proposades representen una petita part de tot el bosc propietat del poble. S'han escollit aquestes zones per què són una mostra de la varietat dels forests i estan força separades les unes de les altres. Aprofitant tota aquesta biomassa, s'aconseguiria tota la necessària per al primer any del projecte.

Figura 13.6: Zona de la muntanya de Bor, a l'obaga.

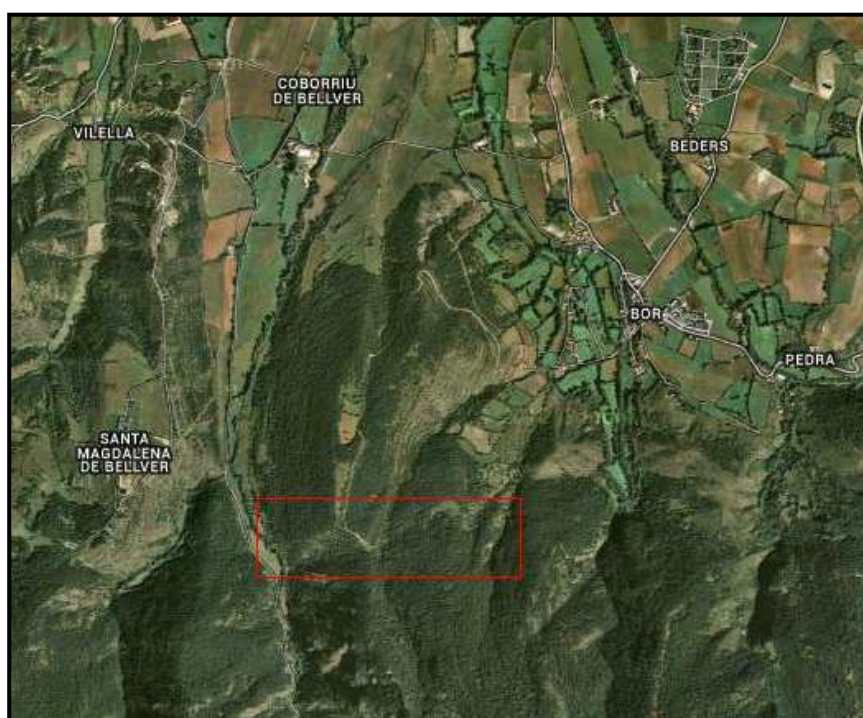
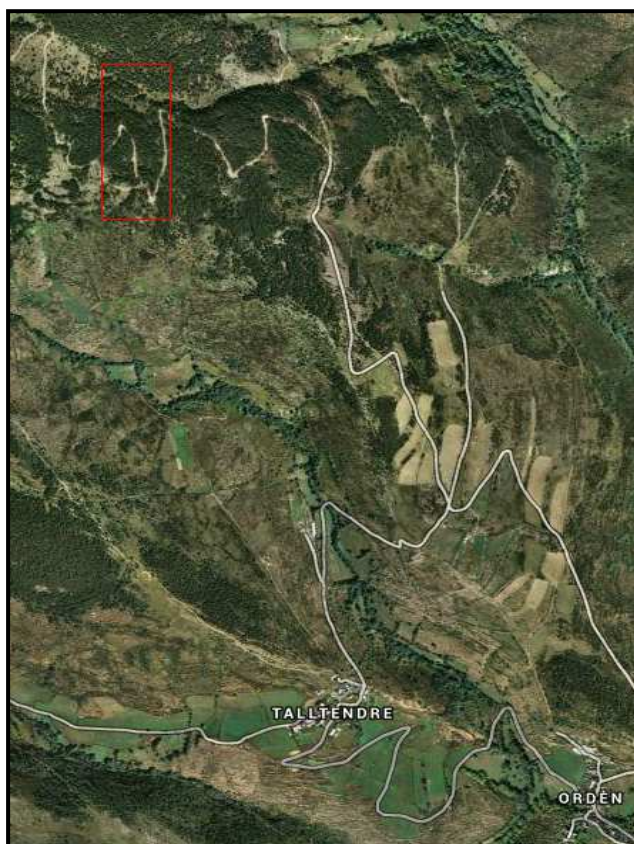


Figura 13.7: Muntanya de Nas, a l'obaga, tocant amb el poble de Martinet i Monellà.



Figura 13.8: Muntanya de la zona de Talltendre, a la solana, molt pròxima a on es va produir l'últim incendi forestal, en territori municipal.



13.3 Estudi econòmic i ambiental

13.3.1 Producció centralitzada (*District Heating*)

El fet de tenir el subministrament energètic centralitzat fa que tinguem un consum energètic final de 2987.4 MWh en el conjunt de tots els habitatges. Per tant, el consum de biomassa és el que es mostra:

	Unitats	Residència plurifamiliar	Residència unifamiliar aparellada	Residència unifamiliar	TOTAL
Consum biomassa unitari	Kg/Any Hab.	3196	5165	7633	-
Consum biomassa total	Tn/Any	530,5	284,1	15,3	829,8

Taula 13.2: Consum district heating de biomassa, Font: elaboració pròpia

Aquest valor representa 257.534,48 tep i 367.052,56 tec.

13.3.2 Producció descentralitzada (Combustibles fòssils)

En aquest cas el subministrament energètic és individualitzat per a cada habitatge, aquest fet fa que energèticament les pèrdues per distribució es redueixin molt però per contra, la caldera centralitzada ofereix uns rendiments molt millors que l'aposta per calderes individuals.

El consum energètic final per a la producció descentralitzada es de 3503.1 MWh a tota la urbanització. Vegem els consums màssics a la següent taula pel que fa al gasoil i al gas natural. Els càlculs s'han realitzat sabent els resultats energètics i el PCI de cadascun dels combustibles.

	Unitats	Residència plurifamiliar	Residència unifamiliar aparellada	Residència unifamiliar	TOTAL
Consum gasoil unitari	Kg/Any Hab.	1567	2538	3742	-
Consum gasoil total	Tn/Any	260,2	139,6	7,5	407,2

Taula 13.3: Consum producció individualitzada de gasoil, Font: elaboració pròpia

	Unitats	Residència plurifamiliar	Residència unifamiliar aparellada	Residència unifamiliar	TOTAL
Consum gas natural unitari	Kg/Any Hab.	1242	2011	2965	-
Consum gas natural total	Tn/Any	206,2	110,6	5,9	322,7

Taula 13.4: Consum producció individualitzada de gas natural, Font: elaboració pròpia

Aquest valor del gas natural representaria uns 300.000 m³. Vegem de moment que pel que fa als consums massics, la biomassa surt perdent a causa del seu baix poder calorífic inferior.

Aquests dos últims resultats tindrien un valor de 301.991,37 tep i 430.415,02 tec.

13.3.3 Valoració final econòmica

Finalment en aquest apartat amb l'ajuda de la següent taula s'analitzen els resultats de l'estudi econòmic. Es mostren els resultats dividits amb els 3 tipus d'habitatges, i segons els 3 combustibles estudiats, el gasoil, el gas natural i la biomassa.

		unitats	Gasoil	Gas natural	Estella
	PCI	KWh/l	10,13	12,77	3,6
	Preu unitari	€/Kg	1,249	1,005	0,2
	Preu producció energètica	€/KWh	0,145	0,093	0,048
Habitatge plurifamiliar	Preu habitatge	€/hab any	1.957,67	1.248,15	639,14
	Preu total	€/any	324.973,68	207.192,21	106.097,71
Habitatge unifamiliar aparellat	Preu habitatge	€/hab any	3.169,54	2.020,79	1.033,02
	Preu total	€/any	174.324,65	111.143,49	56.815,96
Habitatge unifamiliar aïllat	Preu habitatge	€/hab any	4.674,34	2.980,20	1.526,51
	Preu total	€/any	9.348,67	5.960,40	3.053,01
Total		€/any	508.647,00	324.296,09	165.966,69

Taula 13.5: Resum del estudi econòmic en funció del tipus d'habitatge, Font: elaboració pròpia

Es pot treure la conclusió de que l'ús de la biomassa també és més econòmic que l'ús de combustibles fòssils. Per tant, l'amortització de la despesa inicial que té un projecte així serà molt ràpida. Per desgràcia resulta impossible obtenir els preus de les calderes i els costos d'instal·lació; però sigui com sigui, s'ha vist que amb les grans ajudes que es donen, no resultaria un preu massa elevat respecte a les calderes de combustibles fòssils.

És important tenir present que en aquest preus finals no és té en compte la inversió inicial, on la biomassa resulta l'opció més cara de les tres. Per desgràcia, les empreses fabricants de calderes no faciliten informació respecte als preus de les calderes, i encara menys de les de grans dimensions, com és el nostre cas. Tot i això, la biomassa continua essent la millor opció de les tres, i en el cas de Catalunya és veu força beneficiada de les diverses ajudes que faciliten la Generalitat i les Diputacions.

13.3.4 Càlcul de les emissions de gasos d'efecte hivernacle

Aprofitant la Guia pràctica per al càlcul d'emissions de gasos amb efecte d'hivernacle, de la Oficina Catalana de canvi climàtic, s'han aconseguit els següents resultats:

- 300.000 m^3 de gas natural $\times 2,15 \text{ kg/m}^3 = \mathbf{645.000 \text{ kg CO}_2 \text{ anuals}}$
- 407.200 litres de gasoil $\times 2,79 \text{ kg/l} = \mathbf{1.136.088 \text{ kg CO}_2 \text{ anuals}}$

Les emissions provocades per la biomassa son nul·les ja que el factor es considerat es 0 per aquests càlculs.

13.4 Impacte socioeconòmic i ambiental

Els avantatges de l'aprofitament energètic de la biomassa cal situar-los també en un altre àmbit, el del desenvolupament socioeconòmic del medi rural i la creació de nous llocs de treball. L'estudi Energies Renovables i generació d'ocupació a Espanya, present i futur, elaborat per ISTAS l'any 2007, apunta precisament que l'ocupació en el sector de la biomassa forestal i agrícola pot superar els 88.000 treballadors l'any 2020. Aquest fet contribuirà també a una millora de la gestió sostenible de les masses forestals i l'aportació d'un valor afegit a territoris que actualment tenen poques perspectives de desenvolupament. En el nostre cas, dependria del futur que és vulgui per al sector; si es vol fer quelcom tant sols per al barri del Pla de tomet, potser alguns dels llocs de treball que es proposen en aquest projecte no són del tot necessaris; en canvi, si es vol que la biomassa forestal assumeixi un paper important per a l'economia comarcal, seria del tot necessari crear tots els llocs de treball possibles.

Aquests treballadors es dedicarien en diversos sectors, de la següent forma:

Explotacions forestals:

- Cap d'explotació forestal
- Capatàs forestal
- Peó forestal
- Rematant

Processat de la biomassa i producció de combustibles:

- Peó pel processat de la biomassa (estellat)
- Tècnic de sistemes d'aprofitament de la biomassa

Comercialització:

- Promotor i comercial, d'instal·lacions, d'equips i de components.

Enginyeria, disseny i muntatge d'instal·lacions:

- Tècnic en energies renovables
- Instal·ladors de calderes de biomassa

13.5 AJUDES

13.5.1 Ajuts per als treballs forestals

A nivell català els principals ajuts existents per a la realització d'actuacions silvícoles provenen de la Generalitat i de les Diputacions.

Departament d'agricultura, ramaderia i pesca

La Generalitat de Catalunya convoca de forma anual ajuts a la Gestió Forestal Sostenible (GFS). Aquests van adreçats als titulars de oscos privats i públics, i en relació a la matèria tractada, en destaquen els següents apartats i conceptes:

Redacció i revisió d'Instruments d'Ordenació Forestal (IOF)

Aquests ajuts van adreçats a l'elaboració dels diferents documents tècnics que defineixen els tractaments a aplicar en les masses forestals. Aquests són:

- Plans Tècnics de Gestió i Millora Forestal (PTGMF).
- Plans Simples de Gestió Forestal (PSGF).
- Projectes d'Ordenació (PO).

Actuacions silvícoles

Existeixen diferents línies d'ajuts en les que se subvencionen els treballs forestals que tenen l'objectiu de millorar la massa, recuperar el potencial forestal o prevenir incendis. Les principals actuacions subvencionables de les quals se'n pot obtenir un subproducte que pot ser viable comercialitzar per biomassa són les següents:

- Aclarida de millora.
- Tallada selectiva.
- Tallada de vegetació afectada per incendis, nevades, bufaruts, sequera o dany biòtics.
- Reducció de càrrega de combustible per a la prevenció d'incendis.
- Obertura de línies de defensa contra incendis forestals.

Valoració de la biomassa forestal

L'objectiu d'aquests ajuts és incentivar el tractament i densificació de la biomassa forestal.

- Tractament i desembosc de biomassa forestal.
- Densificació de la biomassa en el punt de reunió del desembosc (per a autònoms i persones jurídiques amb activitat principal forestal).

Les Diputacions també solen publicar, de forma anual, unes línies d'ajuts per a actuacions en matèria forestal, tant pel que fa a forests de titularitat pública com privada.

13.5.2 Ajuts per a la transformació i comercialització dels productes forestals

Aquesta subvenció, promoguda pel Departament d'agricultura, ramaderia i pesca de la Generalitat de Catalunya i amb convocatòries anuals, va adreçada a empreses del sector forestal a fi de subvencionar

l'adquisició de maquinària pròpia de l'activitat forestal (processadores, autocarregadors, estelladores, camions i plataformes per al transport de la fusta, tractors amb cabines reforçades,...).

13.5.3 Ajuts per a projectes i instal·lacions de biomassa

Per a les inversions a realitzar en projectes i instal·lacions de calderes de biomassa existeix la possibilitat d'obtenir ajuts i finançament des de diferents organismes:

INSTITUT PER A LA DIVERSIFICACIÓ I ESTALVI D'ENERGIA (IDAE)

L'IDAE és una entitat pública empresarial que realitza diferents convocatòries i finançaments relacionats amb la biomassa:

Finançament per Tercers (FPT): L'IDAE participa en la definició del projecte aportant la solució tècnica i finança parcial o totalment la inversió a realitzar. No es tracta d'un préstec, sinó que els equips són propietat de l'IDAE fins que en recupera la inversió i passen a ser propietat del client.

Finançament de Projecte i Arrendament de Servei: En aquest model, l'IDAE col·labora prestant serveis d'assessorament i cooperació en l'execució del projecte i també el finança.

Programa Biomcasa: El programa promou l'ús de la biomassa com a font energètica en instal·lacions d'aigua calenta, calefacció i refrigeració.

INSTITUT CATALÀ DE L'ENERGIA (ICAEN)

L'ICAEN publica, de forma anual, una línia d'ajuts per a actuacions en matèria d'energies renovables. En la matèria que ens ocupa en destaca la següent:

Instal·lacions de biomassa llenyosa per a usos tèrmics:

L'objectiu de l'ajut és subvencionar la instal·lació de calderes domèstiques, estufes, llars de foc insertables, calderes industrials o instal·lacions col·lectives de xarxes de calor. Poden ser beneficiaris de l'ajut: particulars, ajuntaments, petites i mitjanes empreses i altres entitats. De forma complementària a les subvencions, l'ICAEN ofereix línies de finançament a partir d'un conveni amb diferents entitats financeres.

Departament d'agricultura, ramaderia i pesca:

El Departament d'agricultura, ramaderia i pesca dins les convocatòries d'ajuts a la Gestió Forestal Sostenible, en el capítol de Valoració de la biomassa forestal, subvenciona els Contractes d'arrendament financer (*Leasing*) per l'adquisició d'un mòdul d'obtenció d'energia tèrmica mitjançant biomassa forestal. Aquest concepte inclou també la instal·lació del mòdul a la xarxa de calefacció. Aquest ajut va adreçat únicament a ens locals (ajuntaments, consorcis municipals, entitats municipals centralitzades i consells comarcals).

BLOC V

14. Conclusions

En aquest apartat s'especifiquen totes les conclusions i impactes que deriven del nostre projecte, així com de la seva possible futura execució.

14.1 Aspectes econòmics

L'aprofitament de biomassa és una excel·lent sortida per a recursos locals que habitualment no s'aprofiten, o que s'aprofiten sense benefici pels propietaris. Aquest aprofitament és intensiu en mà d'obra, sobretot en la fase de tallada de peus a bosc, i per tant genera gran quantitat de llocs de treball, amb tots els avantatges que això suposa.

Fins ara els arbres prims o mal conformats s'aprofiten per trituració, però el més habitual és que les despeses de tallada, transport i millora d'infraestructures (camins) es compensin amb el valor del gènere, amb la qual cosa en el millor dels casos el propietari ni perd ni guanya diners.

En moltes ocasions el propietari ha d'afegir diners per tal que li treguin els arbres dolents, el que suposa una gran desincentivació de feines de millora molt necessàries pel bosc. A més l'aprofitament energètic de biomassa forestal redueix la nostra dependència del petroli, i per tant la dependència econòmica de l'exterior, cosa que té diversos avantatges:

- Es redueix la dependència de combustibles no renovables que en algun moment futur s'esgotaran i que acostumen a tenir fortes fluctuacions de preu en funció de factors que no es controlen des d'aquí.
- Es redueix la dependència de tercers països que poden ser inestables política i socialment.
- Contribueix a equilibrar la balança de pagaments, és a dir, a reduir el dèficit de l'Estat o la diferència entre el que s'importa i el que s'exporta.

També resulta evident que és la solució energètica més econòmica a llarg termini. Potser la seva inversió inicial és molt alta repleta als combustibles fòssils, però considerant les ajudes per a la implementació de calderes de biomassa i la seva vida útil, resulta evident que seria la millor elecció.

Una de les altres conclusions que s'ha previst és que Bellver podria generar un precedent a nivell català, i motivar a molts pobles del país i de la comarca a apostar per aquest sistema; fet que canviaria l'economia de la Cerdanya, molt centrada en el turisme i la construcció.

14.2 Aspectes socials

Creació de llocs de treball en l'àmbit d'obtenció del residu forestal

Com s'ha explicat en anteriors ocasions, donat que la mecanització de feines silvícoles requereix condicions molt particulars (pendent màxima del terreny fins el 40 % i escassa pedregositat), la majoria de les feines a bosc es fan manualment. Al ser feines dures i costoses, es necessita molta mà d'obra.

Per tant la realització de feines silvícoles pot contribuir decisivament a reduir la taxa d'atur, amb poca inversió econòmica si el producte obtingut té bona sortida en el mercat. També pot ajudar a dinamitzar col·lectius desfavorits o amb característiques especials.

Contribució a la creació de llocs de treball en l'àmbit de l'estella

La consolidació de l'aprofitament energètic de la biomassa, tant per calderes domèstiques com per aplicacions industrials, hauria de promoure la creació d'un nou mercat d'estella que transmeti confiança i garantia de subministrament a l'usuari tècnic.

L'obertura d'aquest nou mercat ha de crear nous llocs de treball en la cadena de producció primària (l'extracció forestal) però també ha de crear nous llocs en el camp del processament, distribució, logística, transport i comercialització d'aquests combustibles renovables.

Per altra banda la comercialització de biomassa forestal suposa una transferència de recursos econòmics dels consumidors (en molts casos de fora de la comarca) als productors, que es traduirà en més recursos econòmics per a la comarca.

Contribució a la creació de llocs de treball en l'àmbit de l'Ecoturisme

Les experiències positives de diferents països europeus són un bon exemple del potencial d'obertura d'un mercat nou alternatiu com és el de l'ecoturisme. La possibilitat d'organitzar visites guiades a plantes de cogeneració o calderes que funcionen amb biomassa pot ser a la vegada un element educatiu que promogui el sector de la biomassa.

Contribució a la creació de llocs de treball en l'àmbit local i de forma extensiva a altres àmbits

Per una part la creació de llocs de treball suposa la dinamització econòmica del poble, degut a que cada treballador és també un consumidor i contribuent que sosté l'activitat de comerços i serveis i a l'hora dels serveis públics. A més la disponibilitat de recursos econòmics facilita l'establiment de noves activitats econòmiques.

Conscienciació de la població

L'ajuntament, predicant amb l'exemple, seria el impulsor d'una comarca que respecta al medi ambient. Molta gent veuria que aquesta energia és del tot viable, i així s'eliminarien molts tabús que envolten a les fonts energètiques renovables.

14.3 Aspectes mediambientals

La biomassa és una energia neta i renovable:

Els productes de la combustió de biomassa són CO₂ i aigua, a més de cendres on es concentren altres elements i que es poden fer servir com a adobs. En particular, la baixa o nul·la presència de sofre estalvia un problema que tenen altres combustibles. En aquest sentit té clar avantatge davant altres formes de generació d'energia com ara la nuclear, que generen residus tòxics i perillosos molt difícils de gestionar. No obstant, si es compta de manera global i es fan els càlculs acuradament, hi hauria fases en que l'aprofitament de biomassa no és tan net, degut sobretot al combustible consumit pels camions per transportar la biomassa del bosc a la ciutat o amb molta menor importància per les motoserres que es fan servir per tallar el bosc i que també funcionen amb derivats del petroli.

L'energia generada per la biomassa també és una energia renovable, ja que s'obté d'una font natural que és capaç de regenerar-se per mitjans naturals, sempre que els aprofitaments es realitzin de forma sostenible.

No contribueix a l'escalfament del planeta (balanç neutre de les emissions de CO₂):

Quan es crema biomassa s'allibera CO₂ que abans la planta havia segrestat de l'atmosfera, i per tant el balanç net és nul. En realitat segons alguns experts el balanç seria lleugerament positiu, ja que les arrels dels arbres no es cremen i queden al sòl, amb la corresponent quantitat de CO₂ que han acumulat. En canvi quan es cremen derivats del petroli s'allibera CO₂ capturat per les plantes de l'atmosfera en altres períodes geològics i retengut al subsòl, i per tant s'augmenta la quantitat neta de CO₂ present a l'atmosfera actual.

Representaria un estalvi anual de 645.000 kg de CO₂ respecte a la utilització de gas natural; i de 1.136.088 kg de CO₂ comparat amb la utilització de gasoil.

Reducció del risc d'incendi:

Un dels principals factors que fan perillós un foc forestal és la possibilitat que tingui d'expandir-se per la superfície forestal, cosa que depèn directament de la continuïtat del combustible. Si hi ha continuïtat vertical (combustible des del terra fins a les capçades dels arbres) el foc podrà cremar tots els estrats del bosc, i si hi ha continuïtat horitzontal (vegetació en contacte) el foc podrà recórrer grans superfícies.

En aquest sentit és bàsic en la prevenció d'incendis que hi hagi discontinuïtat, de manera que el foc arribat a un punt tingui dificultats per expandir-se. L'aprofitament de biomassa contribueix decisivament a generar discontinuïtats en la massa forestal, ja que encara que s'extreguin només arbres, sovint s'ha d'estassar el sotabosc (amb la corresponent trituració de les restes) per poder accedir a aquests i poder treure'ls del bosc.

Beneficis associats a la millora en la gestió forestal:

Per la millora de la qualitat de l'arbrat i els seus productes associats són especialment importants les aclarides de masses joves (fins a 20 cm de diàmetre) i les tallades selectives de boscos irregulars.

En el cas de les aclarides, la reducció de la competència suposa un increment molt gran del creixement dels peus que queden al bosc (fins a un 50 % més), el que suposa per al futur arbres més gruixuts, més alts i de millor estètica. S'ha comprovat que en boscos massa densos es produeix estancament en el creixement, i els arbres queden prims i baixos.

Les tallades selectives consisteixen en eliminar arbres morts, malalts, torts, vells i sobrants i es fan amb diversos objectius simultàniament: per sanejar la massa forestal, per reduir la competència entre peus i per afavorir la regeneració obrint espais on es puguin establir els plançons.

L'ús de la biomassa per a usos energètics podria servir com a incentiu per fer intervencions de millora del bosc quan els productes generats poguessin representar cert benefici econòmic.

Impacte ambiental de les instal·lacions:

Pel que fa a impacte ambiental, es pot dir que les calderes tenen poc impacte ambiental, degut a la naturalesa del propi recurs de biomassa.

El punt més crític es pot trobar en les partícules en suspensió dels gasos de combustió que poden sortir de les xemeneies de diferents calderes o aplicacions. En aquest cas, la instal·lació de ciclons per a retenir les partícules és ja una solució consolidada.

14.4 Propostes de futur

En aquest apartat s'analitzaran les possibles repercussions que poden derivar d'aquest projecte en el sector a construir.

En primer lloc, la primera opció és que no s'acabi portant a terme aquest projecte i que la nova urbanització funcioni amb energia provinent de combustibles fòssils. Aquesta seria una visió força negativa, però s'ha de ser conscients que amb les dificultats financeres actuals, els promotors no volen arriscar-se a apostar per un producte relativament nou.

Per altra banda, personalment crec que seria la manera d'oferir una opció força atractiva per a la gent que es vol comprar una casa a la Cerdanya; de fet actualment ja hi ha molts pisos en venda, i no sembla que tinguin gaire demanda; oferint aquest extra d'utilitzar energies renovables i explicant els beneficis econòmics de l'ús de la biomassa, seria la manera d'obtenir clients.

El següent escenari, seria que aquest projecte s'acabés portant a terme. Al llarg de la memòria s'ha comentat per sobre qui seria el responsable de la gestió de tot aquest projecte. En aquest sentit també hi podria haver diverses opcions, en primer lloc és que l'ajuntament impulsés una brigada especialitzada en el tractament del bosc i encarregada del subministrament de biomassa forestal als habitatges, un cop els constructors s'hagin compromès a utilitzar aquest tipus d'energia. Per altra banda, una altra opció podria ser que tot ho gestionés una gran empresa privada, tant el bosc, com les instal·lacions, deixant en un segon pla l'ajuntament i els constructors.

En aquest sentit, aquests dos darrers actors obtindrien alguns beneficis; l'ajuntament cobraria per la cessió del bosc públic, i els constructors no s'haurien de preocupar pel manteniment de la instal·lació. Personalment, sóc partidari d'apostar per la primera opció, ja que la cessió a una empresa privada no garanteix les bones pràctiques a la forest; i essent un dels punts claus per a l'atracció de turisme cap a la comarca, potser podria comportar impactes negatius a la llarga. Tampoc ningú no assegura que l'empresa no inverteixi tot el necessari, i deixi als veïns sense sistemes de calefacció i ACS.

Un cop el projecte estigui en marxa, un altre escenari de futur pot ser que nous sectors municipals o veïns de la zona vulguin obtenir biomassa forestal. En aquest sentit, això suposaria uns beneficis econòmics força importants per a l'ajuntament, per també és important ser conscients que tot i que el bosc de Bellver té molta biomassa, no té la suficient com per abastir a tot el poble. Seria abusar del recurs, de manera que s'acabaria produint sobreexplotació. Per part de l'ajuntament s'hauria d'explicar que la biomassa forestal no seria l'únic sistema d'energia renovable, sinó que hi ha moltes altres maneres igual d'eficients i atractives econòmicament, que resultarien força viables a la comarca (energia solar, geotèrmica...).

Per acabar, una de les opcions que es podrien plantejar en un futur seria la de realitzar una planta de cogeneració.

Actualment, els sistemes que hi ha al mercat necessiten massa biomassa com per poder pensar que seria viable la generació d'energia elèctrica, calefacció i ACS només amb la biomassa forestal de Bellver. De fet, a nivell català trobem que hi ha un projecte de cogeneració a la zona de l'Alt Urgell que no ha resultat del tot satisfactori. Però si els avenços tecnològics ho permeten, potser no seria cap bogeria pensar en una central de cogeneració aprofitant el bosc públic de la Cerdanya, explotant les grans extensions de diversos pobles com podrien ser Guils, Lles o el propi Bellver.

Bibliografia

Llibres i articles

- ALDOMÀ, I.;(1988). *L'estructura de la superfície forestal a Catalunya*. Diputació de Barcelona. Oficina Tècnica de Prevenció Municipal d'Incendis Forestals.
- ÀVILA A.; ESPELTA JM.; GRACIA C.; IBÀÑEZ JJ.; TERRADES J.; VAYREDA J. (2004). *Els Boscos de Catalunya: estructura, dinàmica i funcionament*. Generalitat de Catalunya. Departament de Medi Ambient i Habitatge.
- BARTOLÍ, J; PUY, N. (2007). La biomassa i els biocombustibles: Pros i contres.
- BOADA, M. (2003). *Boscos de Catalunya: història i actualitat del món forestal*. Figueres. Ed. Brau.
- Calefacción en grandes edificios con biomassa. Aspectos técnicos básicos. Publicación desarrollada dentro del proyecto BIOHEAT por IDAE. Ministerio de Economía. Septiembre 2002.
- CAPÓ J.; MUNDET R. Roser. *Guia per a la classificació de la fusta en peu. Aplicacions i transformació de la fusta dels boscos catalans*. Edició del Consorci Forestal de Catalunya.
- CENTRE TECNOLÒGIC FORESTAL DE CATALUNYA (1996). *La Gestión sostenible de los bosques*.
- Consell Comarcal de la Selva. Curs “*Usos energètics de la biomassa*”. Projecte EDER-EMPLEAVERDE. Estratègia per al desenvolupament de les energies renovables a la comarca de la Selva.
- DMAH. *Revista silvicultura*. Num.42. Ed. Centre de la propietat forestal .2004
- DMAH i CREAM (2001). *Els Boscos de Catalunya. Estructura, dinàmica i funcionament*.
- HERNANDEZ, C. (1996). *Manual de energía de la biomasa*. IDEA.
- IRAEGUI, J.; RAMOS, J. (2004). “Gestió local de l'energia”. Fundació Carles Pi i Sunyer d'Estudis Autònoms i Locals.
- JOANATI, C.; RODRÍGUEZ, J.; VAYREDA, J. (2001). “Pla de biomassa, àmbit forestal”. Conveni de col·laboració entre CREAM, CTFC i ICAEN. Generalitat de Catalunya, Departament d'Indústria, Comerç i Turisme.
- JOANATI, C; RODRIGUEZ, J; VAYREDA, J. (2001) *Pla de la biomassa*. CREAM i CTFC.
- MARQUES A.; (2007). *Aprofitament i processat de biomassa forestal amb finalitats energètiques*. En: XXIV Jornades Tècniques Silvícoles. Consorci Forestal de Catalunya.
- PUY, N. (2006) *Avaluació Integrada de l'aprofitament energètic de la biomassa forestal a Catalunya*.
- RODRÍGUEZ, J. (2006), i “Aprofitament i desembosc de biomassa forestal”. Generalitat de Catalunya. DMAH i CPF.
- SABARTÉS, J.M. (1998). *Població i Territori de l'Alt Pirineu*. Anàlisi demogràfica de les comarques de l'Alt Urgell, Alta Ribagorça, Cerdanya, Pallars Jussà, Pallars Sobirà i Vall d'Aran Tremp (Lleida). Ed.Garsineu.
- TELLO E.; PIGRAU A.; GARCIA M.; (2013). *Sostenibilidad y descentralización de las políticas locales de energía*.

Pàgines web

- Agència europea de medi ambient: <http://local.es.eea.europa.eu/>
- Ajuntament de Bellver de Cerdanya: <http://www.bellver.org/>
- Ajuntament de Cuellar: www.aytocuellar.es
- Calderes de biomassa: <http://www.soliclima.cat/>
- Calor y frío: <http://www.caloryfrio.com/calderas-de-biomasa.html>
- Centre Tecnològic Forestal de Catalunya: <http://www.ctfc.cat/>
- Centro Tecnológico Forestal de Catalunya: <http://www.ctfc.es/webcast/inici.htm>
- CIEMAT: <http://www.energiasrenovables.ciemat.es/>
- Consell Comarcal de la Selva: <http://www.selva.cat/>
- Consorti Forestal de Catalunya: www.forestal.net
- CREAF: <http://www.creaf.uab.cat/cat/index.htm>
- Departament de Medi Ambient i Habitatge: <http://mediambient.gencat.cat/cat/>
- Diputació de Lleida: www.diputaciolleida.es
- Ecologia y Desarrollo: www.ecodes.org
- EUBIA, European Biomass Industry Association: <http://www.eubia.org/>
- Generalitat de Catalunya: <http://www.gencat.net>
- Googlemaps: <http://maps.google.es/>
- IDESCAT: www.idescat.cat
- INE: www.ine.es
- Institut Cartogràfic de Catalunya: www.icc.es
- Institut Català de l'Energia: <http://www.gencat.cat/icaen/>
- Instituto por la diversificación i el ahorro energetico: www.idae.es
- Ministeri d'Indústria Turisme i Comerç: <http://www.mityc.es/>
- Municipis de Catalunya: <http://municat.gencat.cat/>
- Observatori biomassa forestal: <http://observatoribiomassa.forestal.cat/>
- Parc Natural Cadí Moixerò: <http://www.gencat.cat/parcs/cadi/>

Glossari

Acrònims

ACS: Aigua calenta sanitària

CO₂: Diòxid de Carboni

CREAF: Centre de Recerca Ecològica i aplicacions Forestals

PEIN: Pla d'espais d'Interés Natural

Paraules clau

Aclarida: Reducció mitjançant tala del nombre d'arbres presents en una unitat d'àrea, normalment per hectàrea.

Aprofitament forestal sostenible: Conjunt d'operacions consistents en la preparació parcial, l'extracció i el transport de les fustes i llenyes que s'obtenen de les tals efectuades, sota una planificació adequada, en una massa forestal.

Biodiversitat : S'entén per biodiversitat o diversitat biològica la variabilitat d'organismes vius de qualsevol font, inclosos, entre altres coses, els ecosistemes terrestres i marins; comprèn la diversitat dins de cada espècie, entre les espècies i dels ecosistemes.

Biomassa aèria total: Suma de la biomassa de totes les fraccions aèries dels arbres, és a dir, la biomassa de fusta, d'escorça, de branques, en pes sec estufa.

Biomassa de branques: Pes sec de totes les branques (fusta i escorça) sense fulles que surten del tronc de tots els arbres d'una estació, expressada per unitat de superfície. Aquesta variable es calcula coneixent pels arbres tipus el nombre, el diàmetre i el pes en sec estufa de les branques sense les fulles.

Biomassa d'escorça: Pes sec estufa d'escorça del tronc (no inclou l'escorça de les branques) des de la base fins a l'àpex de tots els arbres d'una estació, expressada per unitat de superfície.

Biomassa de fusta: Pes sec estufa de fusta del tronc (no inclou la fusta de les branques) des de la base fins a l'àpex de tots els arbres d'una estació, expressada per unitat de superfície.

Biomassa extraïble: Biomassa forestal susceptible de ser retirada del bosc considerant les limitacions que implica l'aprofitament forestal.

Biomassa forestal: La biomassa forestal es defineix com el pes (o estimació equivalent) de matèria orgànica que existeix en un determinat ecosistema forestal.

Biomassa residual: Residus generats per les activitats agrícoles, forestals i ramaderes, i pels processos d'indústries agroalimentàries i de transformació de la fusta.

Bosc: Superfície amb una elevada densitat d'arbres.

Briquetes: Biomassa processada per diferents processos físics d'homogeneïtzació i densificació, que millora les característiques fisicoquímiques de la biomassa.

Cabrestant: Torn de tracció de tambor vertical que manté enrotllades dues o tres voltes del cable que arrossega o eleva la càrrega.

Cobertura arbustiva: Percentatge del sòl ocupat per les capçades dels arbusts. No només està format per espècies arbustives sinó també per espècies arbòries que pel seu estadi de desenvolupament (plàntules o plançons) encara formen part de l'estrat arbustiu. Els valors de cobertura oscil·len entre el 0% i el 100%.

Cogeneració: Producció simultània d'energia elèctrica i energia tèrmica útil (vapor, aigua calenta, aire calent) a partir d'una única font d'energia primària.

Combustible fòssil: Combustible resultant de la descomposició parcial de matèria orgànica a causa de canvis físics i químics provocats per la pressió i la temperatura, al llarg de milions d'anys.

Compactació: Reducció del gruix d'un dipòsit sedimentari a causa del pes i de la disminució de la porositat.

Desbrossadora: Eina que, acoblada a un tractor, esmicola restes vegetals sobre el terreny.

Desembosc: Fase de l'aprofitament forestal en què s'extreu l'arbre tallat (normalment desbrancat) des del punt de caiguda fins al punt de càrrega per fer-ne el transport a la indústria.

District Heating: Escenari de calefacció centralitzada, fa referència a la planta de conversió en energia tèrmica a partir de la biomassa forestal, per tal d'abastir un barri o conjunt residencial, de calefacció i aigua calenta.

Ecosistema: Unitat funcional constituïda per un biòtop i els organismes que hi habiten.

Efecte hivernacle: Fenomen que consisteix en l'escalfament de l'atmosfera a causa de la seva transparència a la radiació solar i la seva capacitat d'absorbir la radiació terrestre.

Empacadora: Màquina adaptada per al treball al bosc la funció de la qual és fer una bala compactada de les restes de tallada o matoll.

Energia renovable: Energia que s'obté de fonts inesgotables o que es poden renovar.

Espècie: Grup d'individus que tenen atributs comuns i són designats pel mateix nom.

Estassada de matoll: Treball forestal que consisteix en la tala i trossejat de la vegetació arbustiva amb mitjans manuals (motoserra o desbrossadora manual) o mecànics (tractor forestal amb desbrossadora). En certs casos, l'estassada es completa amb la trituració de les restes originades.

Estassada selectiva: Estassada de matoll només realitzada sobre una part de la superfície, respectant algunes espècies o fixant un percentatge d'actuació.

Estassada: Eliminació de l'estrat arbustiu.

Estatge: Cadascun dels diversos tipus de vegetació i de paisatge que se superposen en una regió de muntanya a conseqüència dels canvis de clima que es produeixen amb l'altitud, especialment per la disminució de la temperatura.

Estella: fragment de fusta obtingut amb el seu estellat, llarg i ample fins a varis centímetres i gruix d'uns quants mil·límetres.

Estelladora: Màquina que tritura les restes vegetals.

Explotació forestal sostenible: Es tracta d'aquella explotació forestal que no fa malbé l'estructura del bosc i alhora permet el bon desenvolupament del bosc.

Desembosc: Fase de l'aprofitament forestal en què s'extreu l'arbre tallat (normalment desbrancat) des del punt de caiguda fins al punt de càrrega per fer-ne el transport a la indústria.

Forest: Terreny productiu no conreat i sotmès a l'administració forestal.

Fusta en roll: Tronc d'un arbre abatut, despuntat (sense la punta) i net de branques. És la forma en què arriba a la indústria de primera transformació, molt habitualment amb escorça. Aquest tronc o roll pot haver estat trossejat prèviament o portat sencer.

Impacte ambiental: Alteració de les característiques inicials del medi ambient provocada per un projecte, una obra o una activitat.

Incendis: Un incendi és una ocurrència del foc no controlada que pot ser extremadament perillosa pels essers vius i les estructures. En aquest projecte es fa referència als incendis en els boscos.

Matollars: Terreny amb un recobriment de capçades d'espècies arbustives igual o superior al 20% i amb un recobriment de les espècies arbòries inferior al 5%. La resta del terreny pot estar recobert d'espècies herbàcies o pot estar nu (per exemple, roquissars o tarteres).

Pèl·let: combustible granulat a base de lignina procedent de restes vegetals.

Perxada: En silvicultura, classe natural d'edat dels arbres formada per peus de diàmetre normal (a 1,30 m) comprès entre 7,5 i 20 cm.

Pes sec ambient: Pes del material vegetal amb un 30% de contingut d'aigua.

Pes sec estufa: Pes del material vegetal amb un 0% de contingut d'aigua. Per aconseguir aquest pes cal assecar una mostra a l'estufa a una temperatura de 80°C, durant 24 hores, fins a arribar al seu pes constant.

Pes verd: Pes del material vegetal amb un 100% de contingut d'aigua o acabat de tallar.

Plançó: Arbre de rebrot o de llavor de diàmetre normal entre 2,5 cm i 5 cm.

Poder Calorífic Inferior: És el calor que es desprèn per la combustió d'un kilogram de combustible a la pressió d'un bar i suposant que l'aigua que es desprèn es troba en forma de vapor.

Poder calorífic superior: Calor després per la combustió d'una unitat de volum, aprofitant l'energia de la condensació de l'aigua.

Potència: En un sistema físic, magnitud escalar que mesura l'afany que manifesta el sistema per executar un treball.

Prats i herbassars: Terreny amb un recobriment d'espècies herbàcies igual o superior al 20%; el recobriment de capçades de les espècies arbòries ha de ser inferior al 5% i el recobriment de les espècies arbustives inferior al 20%. La resta del terreny ha d'estar nu (per exemple roquissars o tarteres).

Recurs natural: Béns donats per la natura, a través del sòl, el subsòl, les aigües, la vegetació, la fauna, etc, necessaris per a satisfer necessitats humanes o com a *inputs* en determinats processos productius.

Reforestació: Treball forestal que consisteix en la plantació manual o mecanitzada de planter forestal per a recuperar zones on no hi ha regeneració natural d'espècies arbòries i/o arbustives.

Regeneració: Nombre de plàntules germinades o de soques rebrotades després d'una pertorbació per unitat de superfície (normalment expressat en peus/ha).

Rendiment: Relació de proporcionalitat establerta entre l'efecte útil obtingut en una màquina, en un mecanisme, en una instal·lació, etc, i l'energia consumida per a obtenir-lo, entre l'efecte obtingut realment i el calculat teòricament, etc.

Residu: part del material processat per la indústria de la fusta que no té un ús en la mateixa indústria del sector, és a dir, que no se n'acaba obtenint cap producte. Per exemple, l'escorça és un residu perquè s'aprofita a jardineria.

Selecció de tanys: Treball de millora forestal que consisteix en la tala selectiva dels rebrots apareguts a les soques amb capacitat rebrotadora d'espècies arbòries (bàsicament roure i alzina), amb l'objectiu de deixar els millors rebrots per afavorir el seu creixement i la producció de fruits (aglans).

Sitja: Dipòsit cilíndric o prismàtic destinat a l'emmagatzematge i conservació de diversos productes, especialment cereals, però també farratge, minerals, etc. En aquest cas fa referència a l'emmagatzematge de biomassa.

Tallades de selecció: Eliminació dels arbres que han arribat al final del torn previst dels sobrants de les classes diamètriques inferiors.

Tractament de millora: Treballs forestals realitzats amb l'objectiu de millorar l'estat de la massa forestal, especialment aquells que es realitzen en boscos joves (aclarides, selecció de rebrots, tales de millora fitosanitària, etc.).

Tractament silvícola: Qualsevol tipus de treball realitzat en boscos o masses forestals.

Tractaments de regeneració: Tallades que es duen a terme en el cas que l'edat dels arbres es trobi molt avançada i calgui reduir la quantitat de peus per a propiciar el creixement dels peus més joves.

Tractaments silvícoles: Tractaments que es realitzen sobre els boscos amb la finalitat d'obtenir una estructura forestal.

Tractor agrícola: Màquina motoritzada per l'arrossegament o acoblament d'altres màquines per a dur a terme, principalment, feines agrícoles.

Tractor forestal: Màquina concebuda per als treballs al bosc que permet el desembosc de la fusta en condicions de més seguretat, més bona accessibilitat i més potència que el tractor agrícola.

Xarxa Natura 2000: Xarxa europea per a la promoció de la conservació i preservació d'espais d'interès natural dins de la UE.

Annexos

Programació

		Gener				Febrer				Març				Abril				Maig				Juny				Juliol			
Recopilació d'informació i inici del projecte	Plantejament del projecte																												
	Recerca d'informació																												
	Formalització del projecte																												
	Sortides de camp																												
Redacció de la memòria	Bloc I																												
	Bloc II																												
	Bloc III																												
	Bloc IV																												
	Bloc V																												
	Entrevistes amb experts																												
	Trobades amb el tutor																												
Fase final	Revisió																												
	Redacció dels apartats extres																												
	Impressió																												
	Redactar i defensar ppt																												

Pressupost

Recursos humans				
		hores	Preu (€)	Total (€)
honoraris	Treball de camp	50	20	1000
	Treball de despatx	300	16	4800
	Visites a experts	20	20	400
Total (€)				6200

Recursos materials		
	Tipus	Preu (€)
Materials	Materials d'oficina	10
	Impressions	15
	CD's	5
Altres	Desplaçaments (200 km a 0,1€/km)	20
	Trucades, dietes...	10
Total (€)		60

Total sense IVA	6260 €
IVA 21%	1314.6 €
Total	7574,6 €